

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-39305
(P2000-39305A)

(43) 公開日 平成12年2月8日 (2000. 2. 8)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 B 11/00		G 0 1 B 11/00	A
B 2 3 Q 17/24		B 2 3 Q 17/24	C
G 0 3 F 7/20	5 2 1	G 0 3 F 7/20	5 2 1
9/00		9/00	H
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/68	K

審査請求 未請求 請求項の数53 O L (全 26 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-83495
(22) 出願日 平成11年3月26日 (1999. 3. 26)
(31) 優先権主張番号 特願平10-139740
(32) 優先日 平成10年5月21日 (1998. 5. 21)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

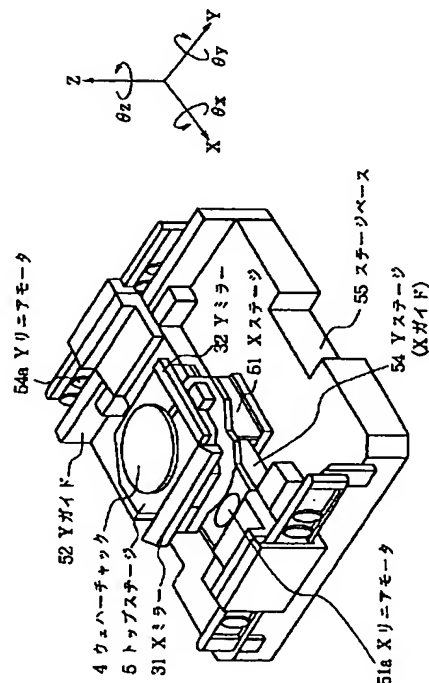
(71) 出願人 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(72) 発明者 小山内 英司
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内
(72) 発明者 堆 浩太郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノ
ン株式会社内
(74) 代理人 100069877
弁理士 丸島 儀一

(54) 【発明の名称】 位置決め装置およびこれを用いた露光装置、デバイス製造方法ならびに位置計測方法

(57) 【要約】

【課題】 簡単な構成で、移動体の6軸方向の正確な位置情報および回転情報を得る。

【解決手段】 第1方向および第2方向を含む基準面上を移動可能な移動体と、該移動体の位置情報を計測するための位置計測器とを備え、該移動体は、該基準面に対して傾斜した反射面を有する部材を有し、該位置計測器は、該傾斜した反射面で計測ビームを反射させて計測を行い、該基準面と交差する方向における該移動体の位置情報を検出する計測手段を有することを特徴とする位置決め装置によって、簡単な構成で、基準面と平行な計測ビームにより、移動体の位置情報および回転情報の6軸方向の情報を得ることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1方向および第2方向を含む基準面上を移動可能な移動体と、該移動体の位置情報を計測するための位置計測器とを備え、

該移動体は、該基準面に対して傾斜した反射面を有する部材を有し、

該位置計測器は、該傾斜した反射面で計測ビームを反射させて計測を行い、該基準面と交差する方向における該移動体の位置情報を検出する計測手段を有することを特徴とする位置決め装置。

【請求項2】 前記傾斜した反射面は、前記基準面とはほぼ平行な前記位置計測器の計測ビームを、前記基準面と交差する方向に反射するような反射面を有することを特徴とする請求項1記載の位置決め装置。

【請求項3】 前記基準面と交差する方向を法線方向とする反射面を備えた固定ミラーが固定部に設けられ、前記傾斜した反射面によって反射された前記計測ビームが該固定ミラーによって更に反射され、逆のビーム路をたどることを特徴とする請求項1または2記載の位置決め装置。

【請求項4】 前記傾斜した反射面から前記固定ミラーへ向かう計測ビームの方向は、前記基準面に対して遠ざかる方向であることを特徴とする請求項3記載の位置決め装置。

【請求項5】 前記傾斜した反射面から前記固定ミラーへ向かう計測ビームの方向は、前記基準面に対して近づく方向であることを特徴とする請求項3記載の位置決め装置。

【請求項6】 前記位置計測器は、前記固定ミラーにより反射された反射ビームから、前記基準面と交差する方向における前記移動体の位置情報を検出することを特徴とする請求項1～5いずれか記載の位置決め装置。

【請求項7】 前記傾斜した反射面は、基準面に対してほぼ45度傾いた反射面であることを特徴とする請求項1～6いずれか記載の位置決め装置。

【請求項8】 前記基準面と交差する方向は、前記基準面とはほぼ直交することを特徴とする請求項1～7いずれか記載の位置決め装置。

【請求項9】 前記傾斜した反射面に入射する前記計測ビームと、該傾斜した反射面に入射した計測ビームの反射ビームとが、鋭角をなすことを特徴とする請求項1～6いずれか記載の位置決め装置。

【請求項10】 前記基準面とはほぼ平行な計測ビームを用いて、前記移動体の6軸方向の情報を検出することを特徴とする請求項1～9いずれか記載の位置決め装置。

【請求項11】 前記移動体は、該移動体の前記第1方向の位置計測に利用される第1ミラーと、該移動体の第2方向の位置計測に利用される第2ミラーとを有することを特徴とする請求項1～10いずれか記載の位置決め装置。

【請求項12】 前記第1ミラーは、前記第1方向とはほぼ平行な計測ビームを、該第1方向とはほぼ平行に反射することを特徴とする請求項11記載の位置決め装置。

【請求項13】 前記第2ミラーは、前記第2方向とはほぼ平行な計測ビームを、該第2方向とはほぼ平行に反射することを特徴とする請求項11または12記載の位置決め装置。

【請求項14】 前記第1方向と前記第2方向はほぼ直交することを特徴とする請求項11～13いずれか記載の位置決め装置。

【請求項15】 前記傾斜した反射面は、前記第1ミラーと前記第2ミラーの少なくとも一方と一体に設けられていることを特徴とする請求項11～14いずれか記載の位置決め装置。

【請求項16】 前記位置計測器は、前記第1ミラーの異なる2つの部所を計測する第1および第2計測手段と、前記第2ミラーの異なる2つの部所を計測する第3および第4計測手段と、該第1ミラーの該2つの部所と直線状に位置しない第3の部所を計測する第5計測手段と、前記傾斜した反射面を介した反射ビームの検出を行う第6計測手段とを有することを特徴とする請求項15記載の位置決め装置。

【請求項17】 前記位置計測器は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第1および第2計測ビームを検出する第1および第2計測手段と、上下方向に位置しそれぞれ平行な第3および第4計測ビームを検出する第3および第4計測手段と、さらに該第1ミラーの別の部所の位置測定を行う計測ビームを検出する第5計測手段と、前記傾斜した反射面を介した反射ビームを検出する第6計測手段とを有することを特徴とする請求項16記載の位置決め装置。

【請求項18】 前記第1～6計測手段の検出結果に基づいて、前記移動体の前記基準面内方向の位置情報および回転情報と、該基準面と傾斜する方向の回転情報と、前記基準面と交差する方向の位置情報とを検出することを特徴とする請求項16または17記載の位置決め装置。

【請求項19】 前記移動体は、前記傾斜した反射面を有する部材を複数備えることを特徴とする請求項11～15記載の位置決め装置。

【請求項20】 複数の前記傾斜した反射面に入射する計測ビームは、いずれも前記基準面とはほぼ平行であることを特徴とする請求項19記載の位置決め装置。

【請求項21】 前記位置計測器は、前記複数の傾斜した反射面のうちいずれかの該傾斜した反射面の反射ビームの計測を選択的に行うことを特徴とする請求項20記載の位置決め装置。

【請求項22】 前記位置計測器は、前記移動体の位置情報に基づき、前記複数の傾斜した反射面のうちいずれかの該傾斜した反射面の反射ビームの計測を選択的に

うことを特徴とする請求項21記載の位置決め装置。

【請求項23】 前記移動体の位置情報に基づき、前記複数の傾斜した反射面に入射する計測ビームのうちいずれかを遮ることを特徴とする請求項20記載の位置決め装置。

【請求項24】 前記位置計測器は、前記傾斜した反射面の異なる複数の部所の計測を行う計測手段を有することを特徴とする請求項19～23いずれか記載の位置決め装置。

【請求項25】 前記複数の部所とは、少なくとも3つの部所であることを特徴とする請求項24記載の位置決め装置。

【請求項26】 前記傾斜した反射面の異なる複数の部所を利用して反射ビームの計測を行い、前記移動体の前記基準面と垂直な方向の位置情報と、該基準面と傾斜する方向の回転情報を検出することを特徴とする請求項24または25記載の位置決め装置。

【請求項27】 前記傾斜した反射面は、前記第1ミラーと一体に設けられた第1傾斜反射面と、前記第2ミラーと一体に設けられた第2傾斜反射面を有することを特徴とする請求項24～26いずれか記載の位置決め装置。

【請求項28】 前記位置計測器は、前記第1ミラーの計測を行う第1計測手段と、前記第2ミラーの計測を行う第2計測手段と、該第1または該第2ミラーの異なる部所を計測する第3計測手段と、前記傾斜した反射面の異なる3つの部所を計測する第4計測手段、第5計測手段および第6計測手段とを有することを特徴とする請求項27記載の位置決め装置。

【請求項29】 前記位置計測器は、前記移動体の前記基準面内方向の位置情報および回転情報を検出する第1計測手段、第2計測手段および第3検出手段と、前記複数の傾斜した反射面を利用して計測を行い該移動体の前記基準面と交差する方向の位置情報および該基準面と傾斜する方向の回転情報を検出する第4計測手段、第5計測手段および第6計測手段とを備えることを特徴とする請求項24～27いずれか記載の位置決め装置。

【請求項30】 前記第1計測手段と前記第4計測手段は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第1計測ビームと第4計測ビームの検出を行い、

前記第2計測手段と前記第5計測手段は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第2計測ビームと第5計測ビームの検出を行い、

前記第3検出手段と前記第6検出手段は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第3計測ビームと第6計測ビームの検出を行うことを特徴とする請求項28または29記載の位置決め装置。

【請求項31】 所定方向に移動可能な移動体と、該移動体に設けられ反射面を有する部材と、該移動体の位置を計測する位置計測器を備え、

該位置計測器は、該反射面の法線方向と異なる方向から計測ビームを入射させて計測を行い、該計測ビームの反射方向における該移動体の位置情報を検出する計測手段を有することを特徴とする位置決め装置。

【請求項32】 前記反射面は、前記所定方向とほぼ平行な計測ビームを前記所定方向と異なる方向に反射するような反射面であることを特徴とする請求項31記載の位置決め装置。

【請求項33】 前記移動体に設けられた反射面を有する部材によって反射された前記計測ビームの方向を法線方向とする反射面を備えた固定ミラーが固定部に設けられ、該反射された計測ビームが固定ミラーによって更に反射され、逆のビーム路をたどることを特徴とする請求項31または32記載の位置決め装置。

【請求項34】 前記位置計測器は、前記固定ミラーにより反射された反射ビームにより、前記所定方向と異なる方向における前記移動体の位置情報を検出することを特徴とする請求項33記載の位置決め装置。

【請求項35】 前記位置計測器は、前記所定方向と直交する方向における前記移動体の位置情報を検出することを特徴とする請求項31～34いずれか記載の位置決め装置。

【請求項36】 前記所定方向と異なる方向とは、鉛直方向であることを特徴とする請求項32～35いずれか記載の位置決め装置。

【請求項37】 前記所定方向は、第1方向および第2方向を含む水平面内方向であることを特徴とする請求項31～36いずれか記載の位置決め装置。

【請求項38】 請求項1～37いずれか記載の位置決め装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項39】 前記位置決め装置をウエハステージとして備えたことを特徴とする請求項38記載の露光装置。

【請求項40】 該投影光学系を支持する鏡筒支持体を備え、

前記位置計測器は、該鏡筒支持体に支持されていることを特徴とする請求項38または39記載の露光装置。

【請求項41】 前記傾斜した反射面からの反射ビームを逆のビーム路をたどるように反射させるための固定ミラーは、前記鏡筒支持体に支持されていることを特徴とする請求項38～40いずれか記載の露光装置。

【請求項42】 前記傾斜した反射面からの反射ビームを逆のビーム路をたどるように反射させるための固定ミラーは、前記移動体を支持する定盤に支持されていることを特徴とする請求項38～40いずれか記載の露光装置。

【請求項43】 前記基準面を有する定盤を備え、該定盤は前記鏡筒支持体と一体的に振動除去機構を介して支持されていることを特徴とする請求項38～42いずれか記載の露光装置。

【請求項44】 前記基準面を有する定盤を備え、該定盤は前記鏡筒支持体と振動除去機構により独立して支持されていることを特徴とする請求項38～42いずれか記載の露光装置。

【請求項45】 請求項38～44いずれか記載の露光装置を用意する工程と、レチクルパターンをウエハに転写する工程を有することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項46】 ウエハにレジストを塗布する工程と、ウエハに露光された部分を現像する工程とを更に有することを特徴とする請求項45記載のデバイス製造方法。

【請求項47】 基準面上を移動可能な移動体の位置を計測する位置計測方法において、該移動体に備えられた光学部材に対して該基準面とほぼ平行な方向から計測ビームを入射させる工程と、該光学部材によって該基準面と交差する方向に偏向したビームを用いて該基準面と垂直な方向における該移動体の位置を計測する工程とを有することを特徴とする位置計測方法。

【請求項48】 前記偏向したビームを固定反射部によって同一方向に反射させて戻す工程と、前記基準面と垂直な方向における前記移動体の位置を計測する工程とを更に有することを特徴とする請求項47記載の位置計測方法。

【請求項49】 前記光学部材として傾斜した反射面を持つミラー部材を用いることを特徴とする請求項47または48記載の位置計測方法。

【請求項50】 前記光学部材として回折格子を用いることを特徴とする請求項47または48記載の位置計測方法。

【請求項51】 前記回折格子から発生する回折光の位相変化を計測することで該基準面と垂直な方向における該移動体の位置を計測することを特徴とする請求項50記載の位置計測方法。

【請求項52】 前記光学部材を前記移動体に複数個設け、該移動体の位置情報に基づき、該複数個の光学部材のうちいずれかの計測を選択的に行うことを特徴とする請求項47～51いずれか記載の位置計測方法。

【請求項53】 前記光学部材を前記移動体に複数個設け、前記基準面と垂直な方向における該移動体の複数箇所の位置を計測し、該移動体の該基準面と傾斜する方向の回転情報と垂直な方向の位置情報とを検出することを特徴とする請求項47～52いずれか記載の位置計測方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、工作物を搭載し正確に位置決めするための位置決め装置に関する。また、このような位置決め装置を備えた露光装置やデバイス製造方法に関する。さらに、対象物を正確に位置計測する位置計測方法に関する。

【0002】

【従来の技術】図29は従来の半導体露光装置等に使用される位置決め装置の計測手段の一例であり、レーザ干渉計による計測システムの配置を示す概略図である。

【0003】同図において、204は不図示のウエハを搭載するウエハチャック、205はウエハチャック204を支持し搭載するステージのトップステージであり、不図示のガイドおよびアクチュエータによりX、Y軸方向に長ストロークで移動可能であり、Z軸方向および θ_x 、 θ_y 、 θ_z の回転方向に短いストロークで移動可能である。

【0004】230は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、231aはトップステージ205に取り付けられたX反射面、232bはトップステージに取り付けられたYミラーの反射面、233a、233b、233cはX方向を計測する干渉計、234a、234bはY方向を計測する干渉計である。干渉計233a、233b、233c、234a、234bは計測の基準となる不図示の定盤に支持固定されている。

【0005】従来、位置決め装置と称される装置の位置決めには、ステージに取り付けられた反射ミラーの各々所定の位置にレーザ光を入射し、反射光よりビーム入射位置のビーム入射方向に沿った位置変動情報を得て位置検出を行い、この検出結果より位置決め制御を行う。トップステージ205の回転方向の検出方法としては、同一軸方向の2ヶ所のビーム入射位置の位置変動情報を得ることにより求める。すなわち、図29の計測システムでは、干渉計233a、233b、233cに基づく位置変動情報より、Y軸方向、 θ_x 方向の位置検出を行って、Z軸を除く5軸方向の位置決め制御をレーザ干渉計による位置検出情報を基に行う。Z軸方向の位置検出手段は、通常、移動するステージ内に設けられた不図示のリニアエンコーダや静電容量センサ等があり、その検出結果に基づいてZ軸方向の位置決め制御が行われる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このようなZ方向の位置検出手段を用いた位置決め装置においては、XY方向に長ストローク移動するステージに取り付けられたセンサにより、トップステージのZ方向の位置情報を検出するため、以下のような問題点が生じる。

【0007】(1) 計測基準となるレーザ干渉計が取り付けられた定盤から直接的に位置情報を検出できないため、複数個のセンサを直列に配置しての計測をせざるを得ない。そのため、ガイド精度等の影響を受け、計測誤差が生じやすい。

【0008】(2) また、ステージ加減速時の慣性力やステージ自体の自重が移動荷重として作用したときの、ステージガイド部の変形や、ステージを支持搭載する定盤や構造体の変形が計測誤差となり、高精度な位置決めが難しい。

【0009】本発明の目的は、従来技術の問題点に鑑み、XY方向に長ストローク移動する位置決め装置において、簡単な構成によってZ方向の計測を可能にすることにより、高精度な位置決めが可能な位置決め装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明の位置決め装置は、第1方向および第2方向を含む基準面上を移動可能な移動体と、該移動体の位置情報を計測するための位置計測器とを備え、該移動体は、該基準面に対して傾斜した反射面を有する部材を有し、該位置計測器は、該傾斜した反射面で計測ビームを反射させて計測を行い、該基準面と交差する方向における該移動体の位置情報を検出する計測手段を有することを特徴とする。

【0011】また、前記傾斜した反射面は、前記基準面とほぼ平行な前記位置計測器の計測ビームを、前記基準面と交差する方向に反射するような反射面を有することが望ましい。

【0012】また、前記基準面と交差する方向を法線方向とする反射面を備えた固定ミラーが固定部に設けられ、前記傾斜した反射面によって反射された前記計測ビームが該固定ミラーによって更に反射され、逆のビーム路をたどることが望ましい。

【0013】また、前記傾斜した反射面から前記固定ミラーへ向かう計測ビームの方向は、前記基準面に対して遠ざかる方向であることが望ましい。または、前記傾斜した反射面から前記固定ミラーへ向かう計測ビームの方向は、前記基準面に対して近づく方向であることが望ましい。

【0014】また、前記位置計測器は、前記固定ミラーにより反射された反射ビームから、前記基準面と交差する方向における前記移動体の位置情報を検出することが望ましい。

【0015】また、前記傾斜した反射面は、基準面に対してほぼ45度傾いた反射面であることが望ましく、前記基準面と交差する方向は、前記基準面とほぼ直交することが好ましい。

【0016】また、前記傾斜した反射面に入射する前記計測ビームと、該傾斜した反射面に入射した計測ビームの反射ビームとが、鋭角をなすことが望ましい。

【0017】また、前記基準面とほぼ平行な計測ビームを用いて、前記移動体の6軸方向の情報を検出することが望ましい。

【0018】また、前記移動体は、該移動体の前記第1方向の位置計測に利用される第1ミラーと、該移動体の第2方向の位置計測に利用される第2ミラーとを有することが望ましく、前記第1ミラーは、前記第1方向とほぼ平行な計測ビームを、該第1方向とほぼ平行に反射することが好ましく、前記第2ミラーは、前記第2方向と

ほぼ平行な計測ビームを、該第2方向とほぼ平行に反射することが好ましい。

【0019】また、前記第1方向と前記第2方向はほぼ直交することが望ましい。

【0020】また、前記傾斜した反射面は、前記第1ミラーと前記第2ミラーの少なくとも一方と一体に設けられていることが望ましい。

【0021】また、前記位置計測器は、前記第1ミラーの異なる2つの部所を計測する第1および第2計測手段と、前記第2ミラーの異なる2つの部所を計測する第3および第4計測手段と、該第1ミラーの該2つの部所と直線状に位置しない第3の部所を計測する第5計測手段と、前記傾斜した反射面を介した反射ビームの検出を行う第6計測手段とを有することが望ましい。

【0022】また、前記位置計測器は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第1および第2計測ビームを検出する第1および第2計測手段と、上下方向に位置しそれぞれ平行な第3および第4計測ビームを検出する第3および第4計測手段と、さらに該第1ミラーの別の部所の位置測定を行う計測ビームを検出する第5計測手段と、前記傾斜した反射面を介した反射ビームを検出する第6計測手段とを有することが望ましい。

【0023】また、前記第1～6計測手段の検出結果に基づいて、前記移動体の前記基準面内方向の位置情報および回転情報と、該基準面と傾斜する方向の回転情報と、前記基準面と交差する方向の位置情報とを検出することが望ましい。

【0024】また、前記移動体は、前記傾斜した反射面を有する部材を複数備えることが望ましい。

【0025】また、複数の前記傾斜した反射面に入射する計測ビームは、いずれも前記基準面とほぼ平行であることが望ましい。

【0026】また、前記位置計測器は、前記複数の傾斜した反射面のうちいずれかの該傾斜した反射面の反射ビームの計測を選択的に行うことが望ましく、また、前記位置計測器は、前記移動体の位置情報に基づき、前記複数の傾斜した反射面のうちいずれかの該傾斜した反射面の反射ビームの計測を選択的に行うことが好ましい。さらに、前記移動体の位置情報に基づき、前記複数の傾斜した反射面に入射する計測ビームのうちいずれかを遮ってもよい。

【0027】また、前記位置計測器は、前記傾斜した反射面の異なる複数の部所の計測を行う計測手段を有することが望ましい。前記複数の部所とは、少なくとも3つの部所であることが好ましい。

【0028】また、前記傾斜した反射面の異なる複数の部所を利用して反射ビームの計測を行い、前記移動体の前記基準面と垂直な方向の位置情報と、該基準面と傾斜する方向の回転情報とを検出することが望ましい。

【0029】また、前記傾斜した反射面は、前記第1ミ

ラーと一体に設けられた第1傾斜反射面と、前記第2ミラーと一体に設けられた第2傾斜反射面を有することが望ましい。

【0030】また、前記位置計測器は、前記第1ミラーの計測を行う第1計測手段と、前記第2ミラーの計測を行う第2計測手段と、該第1または該第2ミラーの異なる部所を計測する第3計測手段と、前記傾斜した反射面の異なる3つの部所を計測する第4計測手段、第5計測手段および第6計測手段とを有することが望ましい。

【0031】また、前記位置計測器は、前記移動体の前記基準面内方向の位置情報および回転情報を検出する第1計測手段、第2計測手段および第3検出手段と、前記複数の傾斜した反射面を利用して計測を行い該移動体の前記基準面と交差する方向の位置情報および該基準面と傾斜する方向の回転情報を検出する第4計測手段、第5計測手段および第6計測手段とを備えることが望ましい。

【0032】また、前記第1計測手段と前記第4計測手段は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第1計測ビームと第4計測ビームの検出を行い、前記第2計測手段と前記第5計測手段は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第2計測ビームと第5計測ビームの検出を行い、前記第3検出手段と前記第6検出手段は、上下方向に位置しそれぞれ平行な第3計測ビームと第6計測ビームの検出を行うことが望ましい。

【0033】また、本発明の別の位置決め装置は、所定方向に移動可能な移動体と、該移動体に設けられ反射面を有する部材と、該移動体の位置を計測する位置計測器を備え、該位置計測器は、該反射面の法線方向と異なる方向から計測ビームを入射させて計測を行い、該計測ビームの反射方向における該移動体の位置情報を検出する計測手段を有することを特徴とする。

【0034】また、前記反射面は、前記所定方向とほぼ平行な計測ビームを前記所定方向と異なる方向に反射するような反射面であることが望ましい。

【0035】また、前記移動体に設けられた反射面を有する部材によって反射された前記計測ビームの方向を法線方向とする反射面を備えた固定ミラーが固定部に設けられ、該反射された計測ビームが固定ミラーによって更に反射され、逆のビーム路をたどることが望ましい。

【0036】また、前記位置計測器は、前記固定ミラーにより反射された反射ビームにより、前記所定方向と異なる方向における前記移動体の位置情報を検出することが望ましい。

【0037】また、前記位置計測器は、前記所定方向と直交する方向における前記移動体の位置情報を検出することが望ましい。

【0038】また、前記所定方向と異なる方向とは、鉛直方向であることが望ましい。

【0039】また、前記所定方向は、第1方向および第

2方向を含む水平面内方向であることが望ましい。

【0040】また、本発明の露光装置は、上記の位置決め装置を備えることを特徴とする。

【0041】また、前記位置決め装置をウエハステージとして備えることが望ましい。

【0042】また、該投影光学系を支持する鏡筒支持体を備え、前記位置計測器は、該鏡筒支持体に支持されていることが望ましい。

【0043】また、前記傾斜した反射面からの反射ビームを逆のビーム路をたどるように反射させるための固定ミラーは、前記鏡筒支持体に支持されていることが望ましく、前記傾斜した反射面からの反射ビームを逆のビーム路をたどるように反射させるための固定ミラーは、前記移動体を支持する定盤に支持されていてもよい。

【0044】また、前記基準面を有する定盤を備え、該定盤は前記鏡筒支持体と一体的に振動除去機構を介して支持されていることが望ましく、または、前記基準面を有する定盤を備え、該定盤は前記鏡筒支持体と振動除去機構により独立して支持されていてもよい。

【0045】また、本発明のデバイス製造方法は、上記の露光装置を用意する工程と、レチクルパターンをウエハに転写する工程を有することを特徴とする。

【0046】また、ウエハにレジストを塗布する工程と、ウエハに露光された部分を現像する工程とを更に有することが望ましい。

【0047】また、本発明の位置計測方法は、基準面上を移動可能な移動体の位置を計測する位置計測方法において、該移動体に備えられた光学部材に対して該基準面とほぼ平行な方向から計測ビームを入射させる工程と、該光学部材によって該基準面と交差する方向に偏向したビームを用いて該基準面と垂直な方向における該移動体の位置を計測する工程とを有することを特徴とする。

【0048】また、前記偏向したビームを固定反射部によって同一方向に反射させて戻す工程と、前記基準面と垂直な方向における前記移動体の位置を計測する工程とを更に有することが望ましい。

【0049】また、前記光学部材として傾斜した反射面を持つミラー部材を用いることが望ましい。

【0050】また、前記光学部材として回折格子を用いることが望ましく、前記回折格子から発生する回折光の位相変化を計測することで該基準面と垂直な方向における該移動体の位置を計測することが好ましい。

【0051】また、前記光学部材を前記移動体に複数個設け、該移動体の位置情報に基づき、該複数個の光学部材のうちいずれかの計測を選択的に行うことが望ましい。

【0052】また、前記光学部材を前記移動体に複数個設け、前記基準面と垂直な方向における該移動体の複数箇所の位置を計測し、該移動体の該基準面と傾斜する方向の回転情報と垂直な方向の位置情報とを検出すること

が望ましい。

【0053】

【発明の実施の形態】＜実施形態1＞本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0054】図1は本発明の第1実施形態に係わる6軸ウエハステージの斜視図である。

【0055】同図において、55は上面にXY平面の基準面を持つステージベース（定盤）である。54はYステージであり、Yガイド52によりY方向に案内され、Yリニアモータ54aによりY方向に移動可能である。51はXステージであり、Yステージ54に設けられたXガイドによりX方向に案内され、Xリニアモータ51aによりYステージ54に対してX方向に移動可能である。Xステージ51およびYステージ54とも定盤55の基準面に静圧軸受（不図示）を介して非接触で支持されている。

【0056】XY方向に移動可能なXステージ51上に4軸（Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z ）動作するトップステージ（移動体）が搭載されている。4は、トップステージ5に設けられており、不図示のウエハを搭載するウエハチャックである。

【0057】図2は本実施形態の要部となるレーザ干渉計（位置計測手段）による計測システム（位置計測器）の配置を示す斜視図である。

【0058】同図において、4は不図示のウエハを搭載するウエハチャック、5はウエハチャック4を支持し搭載するトップステージであり、不図示のガイドおよびアクチュエータによりX、Y軸方向（第1方向および第2方向）に長ストロークで移動可能であり、Z軸方向および θ_x 、 θ_y 、 θ_z の回転方向に短いストロークで移動可能である。

【0059】30は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、La、Lb、Lc、Ld、Lay、Lbyは位置計測のためのレーザ光（計測ビーム）である。31はトップステージ5に取り付けられたXミラーであり、反射面31aおよび31bを有する鏡が一体となっている。反射面31aはX軸方向に対し垂直になるように配置された光学部材である。反射面31b（傾斜した反射面）はXY平面に対し θ_y 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。32はトップステージ5に取り付けられたYミラーであり、反射面32aを有している。32aはY軸方向に対して垂直になるように配置されている。

【0060】33a、33b、33cはX方向を計測する干渉計（位置計測手段）であり、反射面31aの各々所定の位置にX方向と平行なレーザ光を入射し、その反射光によりトップステージ5のビーム入射方向（X軸方向）の位置変動情報を検出する。34a、34bはY方向を計測する干渉計であり、反射面32aの各々所定の位置にY方向と平行なレーザ光を入射し、その反射光に

よりトップステージ5のビーム入射方向（Y軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0061】33dは干渉計33aとZ軸方向に整列するように配置された干渉計であり、X軸方向から反射面31bにレーザ光を入射する。

【0062】33a、33bおよび33dは、Z軸方向に配列されて互いに平行なレーザ光La、Lb、Ldを検出するための干渉計であり、34a、34bは、Z軸方向に配列されて互いに平行なレーザ光Lay、Lbyを検出するための干渉計である。

【0063】各々の干渉計33a、33b、33c、33d、34a、34bは計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0064】35は干渉計33dから反射面31bによってZ軸方向に偏向されたレーザ光を逆のビーム路をたどるように反射するための固定ミラー（反射ミラー面はマイナスZ方向）である。固定ミラー35は、トップステージ5のX軸方向の移動量に応じた長さ（X軸方向の寸法）を備え、計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0065】上記のレーザ干渉計は、反射面の位置変化情報（変位量、速度等）を検出する装置であり、構成の詳細は周知なので説明は省略する。

【0066】ミラー31、32の位置、すなわちトップステージ5の最初の位置は制御ボックス30に記憶されている。トップステージ5の現在の位置は、この最初の位置に、レーザ干渉計によるミラー31、32の変位量の積分値を加算することによって得られる。ステージのX、Y方向の位置計測は、それぞれレーザ干渉計33a、34aで行う。また、ステージの θ_z 方向の回転量計測は、レーザ干渉計33aと33cの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージの θ_y 方向の回転量計測は、レーザ干渉計33aと33bの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージの θ_x 方向の回転量計測は、レーザ干渉計34aと34bの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。

【0067】ステージのZ方向の位置計測は、レーザ干渉計33a（または33b）と33dの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。これについては以下に詳細に説明を行う。

【0068】図3は、Z方向の位置計測の詳細を示す模式図である。

【0069】同図において、レーザ干渉計33dから入射されたレーザ光Ldは、傾斜した反射面31bでZ方向に偏向され、固定ミラー35の反射面35aに入射され、逆方向に折り返される。レーザ光Ldが、反射面31bの最初の入射点Z1から現在の入射点Z2になるように移動したときのレーザ干渉計33dの検出値の変化分が Δd 、レーザ干渉計33aの検出値の変化分が Δx

とすると、同図に示すように、Z方向の検出値の変化分 Δz は次の式のように簡単に求めることができる。

$$【0070】 \Delta z = \Delta d - \Delta x$$

【0071】ウエハチャック4にウエハ（不図示）が正しく設置されたとき、ウエハが適正な被露光位置に配置されるためのトップステージの移動データは、制御ボックス30に記憶されている。制御ボックスは、この記憶されたデータと検出されたトップステージ5の現在の位置のデータとに基づいて、トップステージを移動させて所定の位置に位置決めする。

【0072】図4に上述のステージ装置を用いた半導体露光装置の正面図を示す。

【0073】同図において、2は転写すべきパターンを有するレチクル、1はレチクル2を照明する照明部、3はレチクル2上に形成されたパターンをウエハ上に投影する投影光学系、11は投影光学系を支持する鏡筒支持体である。投影される露光光はZ軸方向と平行である。

【0074】21は干渉計33a、33b、33cを鏡筒支持体11に支持固定するための取り付け部材であり、不図示のほかの干渉計についても同様に鏡筒支持体に支持されている。

【0075】22は固定ミラー35を鏡筒支持体11に支持固定する取り付け部材である。5は静圧軸受け等によるガイド手段およびリニアモータ等の駆動手段によりXステージ51に対してZ方向および θx 、 θy 、 θz 方向に移動するトップステージである。55はXステージ51およびYステージ54をZ方向に静圧軸受けを介して非接触で支持するステージベース、12はステージベース55を搭載する基盤である。基盤12を介してステージベース55と鏡筒支持体11は実質的に一体に結合されている。13は鏡筒支持体11および基盤12を支持するために3あるいは4ヶ所に配置されたエアマウント（振動除去機構）である。エアマウント13は床から基盤12および鏡筒支持体11に伝わる振動を絶縁する。

【0076】同図において、鏡筒支持体11は、レチクル2と、ウエハチャック4に設置されたウエハ（不図示）とを位置合わせするための基準構造体となっている。

【0077】本露光装置の特徴としては、Xステージ51およびYステージ54が長ストローク移動しても、トップステージ5の6軸方向の位置および姿勢の検出を鏡筒支持体11に取り付けられた各々の干渉計により検出可能にしたため、ステージベース55のガイドの面精度や基盤12の変形による計測誤差の影響を受けにくく、レチクル2とウエハチャック4に設置されたウエハ（不図示）を高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0078】また、図5に示すような別の形態の半導体露光装置を用いても良い。

【0079】同図において、前述の半導体露光装置と同

じ部材には同一番号をつけており、また説明は省略する。

【0080】81はステージベース55を支持するために3ヶ所あるいはそれ以上の個所に配置されたエアマウント、14はエアマウント13を介して鏡筒支持体11を支持し、かつエアマウント81を介してステージベース55を支持する基台である。

【0081】上記構成の露光装置においても、前述の実施形態と同様に、トップステージ5のX軸方向の移動量に応じた長さ（X軸方向の寸法）を持った固定ミラー35は、反射ミラー面がマイナスZ方向になるように鏡筒支持体11に支持固定されている。固定ミラー35は、干渉計33dからトップステージ5に取り付けられたミラー31の傾斜した反射面31bで反射したレーザ光を、ビームの入射方向（Z軸方向）に沿って逆方向に反射している。

【0082】トップステージ5の位置および姿勢（X、Y、Z、 θx 、 θy 、 θz ）の検出は、鏡筒支持体11に取り付けられた各々の干渉計により検出可能にしている。

【0083】本露光装置の特徴としては、Xステージ51およびYステージ54が長ストローク移動しても、荷重移動や移動加減速時に発生するステージ慣性力によるステージベース55の変形が鏡筒支持体11に伝わらないため、こうした計測誤差の影響を受けずにトップステージ5の位置および姿勢の検出が可能となり、レチクル2とウエハチャック4に設置されたウエハ（不図示）を高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0084】本実施形態によれば、簡単な構成により、XY平面に対して45度に傾斜した反射面31bにXY平面と平行なレーザ光を入射させることでステージのZ方向の位置計測を行うことができる。さらに、本実施形態によれば、干渉計を支持する支持体を基準にトップステージ5の6軸方向の位置および姿勢を直接的に計測を行うことができる。この結果、従来の直列関係に配置した複数のセンサを必要としないで済む。さらに、Xステージとトップステージの間の変位を検出する相対センサを設けずに、トップステージのZ方向の位置計測を直接的に行うことができるので、Z方向の位置計測誤差を軽減させることができる。

【0085】また、ステージの位置計測に用いるためにミラーに入射したレーザ光は、すべてXY平面に平行なレーザ光であるため、レーザ干渉計による位置計測システムを簡易なものにすることができる。

【0086】また、このような計測システムを備えた位置決め装置を半導体露光装置に設けることで、ウエハの位置や姿勢の高精度な計測を行うことができ、高精度な露光が実現できるほか、ステージ計測システムの簡易化から、露光装置の小型化・軽量化・低コスト化を図ることができる。

【0087】また、本計測システムは、上述のウエハステージに限るものではなく、レチクルステージに適用しても良い。さらに、移動体を正確に位置決めさせる位置決め装置に、本発明の傾斜した反射面を用いた計測システムを適用しても、同様な効果が得られる。

【0088】＜実施形態2＞次に、図6は本発明における第2実施形態に係わるウエハステージの斜視図を示している。

【0089】同図において、前述の実施形態と同じ部材には同一番号をつけており、説明を省略する。本実施形態では、前述の実施形態と比べ、X方向に関してXミラーと対向する方向に、サブミラー29が設けられている。

【0090】図7は本実施形態の要部になるレーザ干渉計による計測システムの示す斜視図である。

【0091】同図において、30は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、La、Lb、Lc、Ld、Le、LayおよびLbyはレーザ光である。31はトップステージ5に取り付けられたXミラーであり、反射面31aおよび傾斜した反射面31bを有する鏡が一体となっている。反射面31aはX軸方向に対し垂直になるように配置され、反射面31bはXY平面に対し θ_y 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。29はトップステージ5に取り付けられたサブミラーであり、反射面29bを有する鏡である。反射面29bはXY平面に対して θ_y 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。32はトップステージ5に取り付けられたYミラーであり、反射面32aを有している。反射面32aはY軸方向に対して垂直になるように配置されている。

【0092】33a、33b、33cはX方向を計測する干渉計であり、反射面31aの各々所定の位置にX軸方向に平行なレーザ光La、Lb、Lcを入射し、その反射光からトップステージ5のビーム入射方向（X軸方向）の位置変動情報を検出する。34a、34bはY方向を計測する干渉計であり、反射面32aの各々所定の位置にY方向に平行なレーザ光を入射し、その反射光からトップステージ5のビーム入射方向（Y軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0093】33dは干渉計33aとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、X軸方向から反射面31bの所定の位置にレーザ光Ldを入射する。41は干渉計33dに対向するように配置された干渉計であり、X軸方向から反射面31bの所定の位置にレーザ光Leを入射する。

【0094】反射面31bと反射面29bに入射するレーザ光は、それぞれX軸方向とはほぼ平行で、互いに逆向きである。

【0095】各々の干渉計33a、33b、33c、33d、34a、34b、41は計測基準となる不図示の

支持体に支持固定されている。35は干渉計33dから反射面31bで偏向されたレーザ光をビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆方向に折り返す（反射する）ための第1固定ミラー（反射ミラー面はマイナスZ方向を向いている）である。第1固定ミラー35は、トップステージ5のX軸方向の移動量の約1/2の長さを備え、計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。36は干渉計41から反射面29bで偏向されたレーザ光Leをビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆方向に折り返す（反射する）ための第2固定ミラー（反射ミラー面はマイナスZ方向を向いている）である。第2固定ミラーは、トップステージ5のX軸方向の移動量の約1/2の長さ（X軸方向の寸法）を備え、計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0096】ミラー31、32および29の位置、すなわちトップステージ5の最初の位置は制御ボックス30に記憶されている。トップステージ5の現在の位置は、この記憶された最初の位置に、レーザ干渉計によるミラー31、32の変位量の積分値を加算することで得られる。ステージのX、Y方向の位置計測は、それぞれレーザ干渉計33a、34aにより行う。また、ステージの θ_z 方向の回転量の計測は、レーザ干渉計33aと33cの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージの θ_y 方向の回転量計測は、レーザ干渉計33aと33bの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージの θ_x 方向の回転量計測は、レーザ干渉計34aと34bの検出値差を検出し、制御ボックス内で演算処理して行う。

【0097】ステージのZ方向の位置計測は、レーザ干渉計33aと33dの検出値あるいはレーザ干渉計41と33aの検出値を検出し、制御ボックス内で演算処理して行う。これについては後述する。

【0098】図8および図9に本実施形態のステージ装置を用いた半導体露光装置の正面図を示す。

【0099】同図において、前述の露光装置の実施形態と同じ部材に対しては同一番号をつけており、説明を省略する。

【0100】同図において、21は干渉計33a、33b、33cを鏡筒支持体11に支持固定するための取り付け部材、22は干渉計41を鏡筒支持体に支持固定するための取り付け部材であり、不図示のほかの干渉計についても同様に鏡筒支持体に支持されている。また、第1固定ミラー35および第2固定ミラー36も鏡筒支持体に支持固定されている。

【0101】同図において、トップステージ5が投影光学系3の光軸中心よりX軸方向プラス側に位置するとき、レーザ干渉計41からのレーザ光Leは不図示のシャッターで遮光されている。この時、Z方向の位置計測はレーザ干渉計33aと33dの検出値を検出すること

により演算して求められる。

【0102】また、同図において、トップステージ5が投影光学系3の光軸中心付近に位置するときは、レーザ干渉計33dと41はどちらも同時に位置計測が可能となっている。この時、トップステージ5の位置情報を基に、干渉計33dあるいは41のどちらか一方の計測値の初期化が行われた後、他方の干渉計からのレーザ光が遮光され、選択的に切り替えが実施される。

【0103】本実施形態の特徴としては、前述の実施形態と同様な効果が得られるほか、トップステージの位置に応じてレーザ干渉計を切り替えて使用することにより、トップステージに搭載するミラーの大きさを小さくすることができる。このため、トップステージの形状を小さくできるため、トップステージの熱的変形等の不確定な位置決め誤差要因を小さくすることが可能となる。さらに、トップステージの軽量化が可能になるため、ステージの固有振動数を高くすることができ、位置決め制御性能を高めることができる。したがって、レチクルとウエハチャックに設置されたウエハ（不図示）を高速かつ高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0104】また、図8および図9に示す本実施形態の半導体露光装置は、ステージベースと鏡筒支持体が一体的に結合され、ステージベースと鏡筒支持体は共にエアマウントで床からの振動を絶縁しているが、図10に示す半導体露光装置のように、ステージベースと鏡筒支持体を別のエアマウントによって支持しても良い。

【0105】＜実施形態3＞図11に本発明の第3実施形態における半導体露光装置の正面図を示す。

【0106】同図において、前述の実施形態と同じ部材に対しては同一の番号を付けている。

【0107】同図において、29はトップステージ5に取り付けられたサブミラーであり、このサブミラーが反射面29aおよび傾斜した反射面29bの2つの反射面を有していることが前述の実施形態と異なる。

【0108】反射面29aはX軸方向に対し垂直になるように配置され、反射面29bはXY平面に対して θ_y 方向に45度の傾斜をなすように配置される。42はX方向を計測する干渉計であり、反射面29aの所定の位置にレーザ光Lfを入射し、その反射光からトップステージ5のビーム入射方向（X軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0109】同図において、トップステージ5が投影光学系の光軸中心に対してX軸方向のプラス側に位置するとき、レーザ干渉計41からのレーザ光Leは不図示のシャッターで遮光されている。この時、トップステージ5のZ方向の位置計測は、レーザ干渉計33aと33dの検出値差を検出することにより演算して求められる。トップステージ5が投影光学系3の光軸中心に対してX軸方向のマイナス側に位置するとき、レーザ干渉計33dからのレーザ光Ldは不図示のシャッターで遮光され

ている。この時、トップステージ5のZ方向の位置計測は、レーザ干渉計42と41の検出値差を検出することにより演算して求められる。トップステージ5が投影光学系の光軸中心付近に位置するときは、レーザ干渉計33dと41はどちらも位置計測が可能となっている。レーザ干渉計33dと41が同時にトップステージ5の位置を計測しているとき、トップステージ5の位置情報を基に、干渉計33dあるいは干渉計41のどちらか一方の初期化が行われ、その後、他方の干渉計からのレーザ光が遮光され、選択的に切り替えが実施される。

【0110】本実施形態においても前述の実施形態と同様の効果が得られる。

【0111】＜実施形態4＞図12は本発明の第4実施形態における半導体露光装置の正面図である。

【0112】同図において、前述の実施形態と同じ部材には同一番号をつけており、説明は省略する。

【0113】同図において、31はレーザ干渉計33dから入射されるレーザ光を鋭角で反射するミラーであり、トップステージ5に取り付けられている。35はミラー31から反射されたレーザ光を逆方向に折り返すように反射するために所定の角度で鏡筒支持体に取り付けられたミラーである。

【0114】図13は、Z方向の位置計測の詳細を示す模式図である。

【0115】レーザ干渉計33dから入射されたレーザ光Ldは、反射面31bでプラスZ方向の成分を持つように所定の角度で偏向され、固定ミラー35の反射面35aに入射し、逆方向に反射される。レーザ光Ldが反射面31bの最初の入射点Z1から現在の入射点Z2になるように移動したときのレーザ干渉計33dの検出値の変化分が Δd 、レーザ干渉計33aの検出値の変化分が Δx とする。

【0116】このとき、同図に示すように、レーザ光LdのX軸方向の変化分 $\Delta d1$ と、反射方向の変化分 $\Delta d2$ は、それぞれ次式のように求めることができる。

$$\begin{aligned} \Delta d1 &= \Delta x + \Delta z \tan \theta \\ \Delta d2 &= (\Delta x + \Delta z \tan \theta) \cos 2\theta \end{aligned}$$

【0118】よって、Z方向の検出値の変化分 Δz はレーザ干渉計33dの検出値の変化分 Δd を用いて次のように求めることができる。

$$\Delta z = (\Delta d - \Delta x (1 + \cos 2\theta)) / (\tan \theta (1 + \cos 2\theta))$$

【0120】上記構成の露光装置においても、前述の実施形態と同様の効果が得られると共に、反射光が入射光と鋭角をなすようにミラーを傾斜させることで、投影光学系との機械的な干渉を避けるように、鏡筒支持体11に固定ミラー35を取り付けることができるため、トップステージ5のX方向の形状を小さくすることが可能になる。

【0121】本実施形態の特徴としては、トップステー

ジの形状を小さくできるため、トップステージの熱的変形等の不確定な位置決め誤差要因を小さくすることが可能となる。また、トップステージの軽量化により、ステージの固有振動数を高くすることができ、位置決め制御性能を高めることが可能となる。したがって、レチクル2とウエハチャック4に設置されたウエハ（不図示）を高速かつ高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0122】上記例では基準面に対して傾斜した反射面を持つミラーを用いているが、光学部材にはこれに限るものではなく、例えば入射光を偏向するために反射型あるいは透過型の回折格子を用いることもできる。この回折格子は基準面に平行な方向に多数のスリットが刻まれたものであり、格子面は基準面に対して垂直であっても傾いていてもよい。基準面にほぼ平行な方向から格子面に計測光を入射させると、Z方向に高次回折光が発生する。この高次回折光（例えば一次光）を用いてステージのZ方向の位置を計測する。入射計測ビームに対して格子面が垂直な回折格子を用いた場合、ステージのZ方向の変位だけでは計測光の光路の長さの変化はないが、格子がZ方向に変位すれば1次回折光の位相が変化するので、この位相変化分を干渉計によって計測し、ステージのZ軸方向の変位を計測すれば良い。

【0123】また、本実施形態では、ミラーにより計測ビームを鋭角に反射しているが、これに限るものではなく、鈍角に反射してもよい。

【0124】つまり、本実施例の本質的な特徴は、光学部材によってZ軸方向の成分を持つように計測ビームを偏向することにより、光学部材で偏向された光がZ軸方向の成分を持てばステージのZ方向の位置を検出することができる。

【0125】＜実施形態5＞図14は本実施形態の要部になるレーザ干渉計による計測システムを示す斜視図である。

【0126】同図において、前述の実施形態と同じ部材には同一番号をつけており、説明を省略する。

【0127】同図において、30は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、La、Lc、Ld、Le、Lay、Ldyは位置計測のためのレーザ光である。31はトップステージに取り付けられたXミラーであり、反射面31aおよび31bを有する鏡が一体となっている。反射面31aはX軸方向に対し垂直になるように配置された光学部材であり、反射面31bはXY平面に対し θ_y 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。32はトップステージ5に取り付けられたYミラーであり、反射面32aおよび32bを有する鏡が一体となっている。反射面32aはY軸方向に対し垂直になるように配置された光学部材であり、反射面32bはXY平面に対し θ_x 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。

【0128】33a、33cはX方向を計測する干渉計

であり、反射面31aの各々所定の位置にレーザ光を入射し、その反射光によりトップステージ5のビーム入射方向（X軸方向）の位置変動情報を検出する。34aはY方向を計測する干渉計であり、反射面32aの各々所定の位置にレーザ光を入射し、その反射光によりトップステージ5のビーム入射方向（Y軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0129】33dは干渉計33aとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、干渉計33aのレーザ光Laと上下方向に位置し、かつ、平行なレーザ光LdをX軸方向から反射面31bの所定の位置に入射する。33eは干渉計33cとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、干渉計33cのレーザ光Lcと上下方向に位置し、かつ、平行なレーザ光LeをX軸方向から反射面31bの所定の位置に入射する。34dは干渉計34aとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、干渉計34aのレーザ光Layと上下方向に位置し平行なレーザ光Lbyを、Y軸方向から反射面32bの所定の位置に入射する。

【0130】35、38は、それぞれ干渉計33d、干渉計33eから反射面31bによって反射されたレーザ光をビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆のビーム路をたどるように反射するための第1固定ミラー、第2固定ミラー（反射ミラー面はマイナスZ方向）であり、トップステージ5のX軸方向の移動量に応じた長さを備え、計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0131】37は干渉計34dから反射面32bによって反射されたレーザ光をビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆のビーム路をたどるように反射するための第3固定ミラー（反射ミラー面はマイナスZ方向）であり、トップステージ5のY軸方向の移動量に応じた長さを備え、計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0132】ミラー31、32の位置、すなわちトップステージ5の最初の位置は制御ボックス30に記憶されている。トップステージ5の現在の位置は、この最初の記憶された位置に、レーザ干渉計によるミラー31、32の変位量の積分値を加算することで得られる。ステージのX、Y方向の位置計測は、それぞれレーザ干渉計33a、34aで行う。また、ステージの θ_z 方向の回転量計測は、レーザ干渉計33aと33cの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージのZ方向の位置計測および θ_x 、 θ_y 方向の回転量検出は、レーザ干渉計33d、33e、34dの検出値により、制御ボックス30内で演算処理して行う。

【0133】本実施形態では、傾斜した反射面にレーザ光を3本入射させることが重要である。これは、3つの部所のZ方向の位置情報を得ることで、ステージのZ方向の位置計測および θ_x 、 θ_y 方向の回転量検出を行う

ことができるからである。そのため上述の実施形態では、2つの傾斜した反射面に計3本のレーザ光を入射させているが、これに限るものではなく、例えば、傾斜した反射面を3つ用意し、それぞれの反射面にレーザ光を照射しても良い。

【0134】本実施形態によれば、XY平面に対して45度に傾斜した反射面にXY平面と平行なレーザ光を3本入射させることで、ステージのZ方向の位置計測および θ_x 、 θ_y 方向の回転量検出を行うため、干渉計を支持する支持体を基準に直接的に計測を行うことができる。この結果、従来の直列に配置した複数のセンサを必要としないで済む。さらに、Xステージとトップステージの間の変位を検出する相対センサを設けずに、ステージのZ方向の位置計測および θ_x 、 θ_y 方向の回転量検出を直接的に行うことができるので、計測誤差を軽減させることができる。

【0135】さらに、ステージの θ_x 、 θ_y 方向の回転量検出を、XY平面に対して45度に傾斜した反射面31b、32bにXY平面と平行なレーザ光を3本入射させることにより行っているため、X方向に垂直な反射面31aおよびY方向に垂直な反射面32aのZ方向の幅を縮小させることができる。そのため、ミラーの軽量化が可能になるため、ステージの固有振動数を高くすることができ、位置決め制御性能を高めることができる。したがって、ウエハチャックに設置されたウエハ（不図示）を高速かつ高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0136】また、本実施形態のステージ装置を露光装置のレチクルステージに用いても、上述の効果が得られると共に、前述の実施形態の露光装置と同様の効果を得ることができる。

【0137】＜実施形態6＞本発明の実施形態を図面に基いて説明する。

【0138】図15は本発明の第6実施形態に係わる6軸ウエハステージの上面図である。同図において、前述の実施形態と同じ部材には同一番号をつけている。

【0139】本実施形態では、前述の実施形態と比べ、レーザ光を下側に反射していることが異なる。

【0140】同図において、55は上面にXY平面の基準面を持つステージベース（定盤）である。54はYステージであり、YガイドによりY方向に案内され、Yリニアモータ54aによりY方向に移動可能である。Xステージは、Xリニアモータ51aによりYステージ54に設けられたXガイドによりX方向に案内され、Yステージ54に対してX方向に移動可能である。XステージおよびYステージ54とも定盤55の基準面に静圧軸受（不図示）を介して非接触で支持されている。

【0141】XY方向に移動可能なXステージ上に4軸（Z、 θ_x 、 θ_y 、 θ_z ）動作するトップステージ（移動体）が搭載されている。4は、トップステージ5に設

けられており、不図示のウエハを搭載するウエハチャックである。

【0142】135は、反射ミラー面がプラスZ方向の固定ミラーである。固定ミラー135は、トップステージ5のX軸方向の移動量に応じた長さ（X軸方向の寸法）を備え、定盤に支持固定されている。

【0143】図16は本実施形態の要部となるレーザ干渉計（位置計測手段）による計測システムの配置を示す斜視図である。

【0144】同図において、4は不図示のウエハを搭載するウエハチャック、5はウエハチャック4を支持し搭載するトップステージであり、不図示のガイドおよびアクチュエータによりX、Y軸方向（第1方向および第2方向）に長ストロークで移動可能であり、Z軸方向および θ_x 、 θ_y 、 θ_z の回転方向に短いストロークで移動可能である。

【0145】130は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、La、Lb、Lc、Ld、Lax、Lbxは位置計測のためのレーザ光（計測ビーム）である。131はトップステージ5に取り付けられたYミラーであり、反射面131aおよび131bを有する鏡が一体となっている。反射面131aはY軸方向に対し垂直になるように配置された光学部材である。反射面131b（傾斜した反射面）はXY平面に対し θ_y 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。132はトップステージ5に取り付けられたXミラーであり、反射面132aを有している。132aはX軸方向に対して垂直になるように配置されている。

【0146】133a、133b、133cはY方向を計測する干渉計（位置計測手段）であり、反射面131aの各々所定の位置にY方向と平行なレーザ光を入射し、その反射光によりトップステージ5のビーム入射方向（Y軸方向）の位置変動情報を検出する。134a、134bはX方向を計測する干渉計であり、反射面132aの各々所定の位置にY方向と平行なレーザ光を入射し、その反射光によりトップステージ5のビーム入射方向（X軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0147】133dは干渉計133aとZ軸方向に整列するように配置された干渉計であり、X軸方向から反射面131bにレーザ光を入射する。

【0148】133a、133bおよび133dは、Z軸方向に配列されて互いに平行なレーザ光La、Lb、Ldを検出するための干渉計であり、134a、134bは、Z軸方向に配列されて互いに平行なレーザ光Lax、Lbxを検出するための干渉計である。

【0149】各々の干渉計133a、133b、133c、133d、134a、134bは計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0150】135は干渉計133dから反射面131bによって-Z軸方向に偏向されたレーザ光を逆のビー

ム路をたどるように反射するための固定ミラー（反射ミラー面はプラスZ方向）である。固定ミラー135は、トップステージ5のY軸方向の移動量に応じた長さ（X軸方向の寸法）を備え、定盤55に支持固定されている。

【0151】上記のレーザ干渉計は、反射面の位置変化情報（変位量、速度等）を検出する装置であり、構成の詳細は周知なので説明は省略する。

【0152】ミラー131、132の位置、すなわちトップステージ5の最初の位置は制御ボックス30に記憶されている。トップステージ5の現在の位置は、この最初の位置に、レーザ干渉計によるミラー131、132の変位量の積分値を加算することで得られる。ステージのX、Y方向の位置計測は、それぞれレーザ干渉計133a、134aで行う。また、ステージの θ_z 方向の回転量計測は、レーザ干渉計133aと133cの検出値差を検出し、制御ボックス30内で演算処理して行う。また、ステージの θ_x 方向の回転量計測は、レーザ干渉計133aと133bの検出値差を検出し、制御ボックス130内で演算処理して行う。また、ステージの θ_y 方向の回転量計測は、レーザ干渉計134aと134bの検出値差を検出し、制御ボックス内で演算処理して行う。

【0153】ステージのZ方向の位置計測は、レーザ干渉計133a（または133b）と133dの検出値差を検出し、制御ボックス130内で演算処理して行う。これについては以下に詳細に説明を行う。

【0154】図17は、Z方向の位置計測の詳細を示す模式図である。

【0155】同図において、レーザ干渉計133dから入射されたレーザ光Ldは、傾斜した反射面131bで-Z方向に偏向され、固定ミラー135の反射面135aに入射され、逆方向に折り返される。レーザ光Ldが、反射面131bの最初の入射点Z1から現在の入射点Z2になるように移動したときのレーザ干渉計133dの検出値の変化分が Δd 、レーザ干渉計133aの検出値の変化分が Δx とすると、同図に示すように、Z方向の検出値の変化分 Δz は次の式のように簡単に求めることができる。

$$\text{【0156】 } \Delta z = \Delta d - \Delta y$$

【0157】ただし、第1実施形態の場合と比較すると、Z方向の検出値の変化分 ΔZ の符号は逆になる。

【0158】ウエハチャック4にウエハ（不図示）が正しく設置されたとき、ウエハが適正な被露光位置に配置されるためのトップステージの移動データは、制御ボックス130に記憶されている。制御ボックスは、この記憶されたデータと検出されたトップステージ5の現在の位置のデータとに基づいて、トップステージを移動させて所定の位置に位置決めする。

【0159】図18に上述のステージ装置を用いた半導

体露光装置の正面図を示す。

【0160】同図において、前述の実施形態と同じ部材には、同一番号をつけており、説明を省略する。

【0161】121は干渉計133a、133b、133cを鏡筒支持体11に支持固定するための取り付け部材であり、不図示のほかの干渉計についても同様に鏡筒支持体に支持されている。

【0162】5は静圧軸受け等によるガイド手段およびリニアモータ等の駆動手段によりXステージ51に対してZ方向および θ_x 、 θ_y 、 θ_z 方向に移動するトップステージである。55はXステージ51およびYステージ54をZ方向に静圧軸受けを介して非接触で支持するステージベース、12はステージベース55を搭載する基盤である。基盤12を介してステージベース55と鏡筒支持体11は実質的に一体に結合されている。13は鏡筒支持体11および基盤12を支持するために3あるいは4ヶ所に配置されたエアマウント（振動除去機構）である。エアマウント13は床から基盤12および鏡筒支持体11に伝わる振動を絶縁する。

【0163】同図において、鏡筒支持体11は、レチクル2と、ウエハチャック4に設置されたウエハ（不図示）とを位置合わせするための基準構造体となっている。

【0164】本露光装置の特徴としては、Xステージ51およびYステージ54が長ストローク移動しても、トップステージ5の6軸方向の位置および姿勢の検出を鏡筒支持体11に取り付けられた各々の干渉計により検出可能にしたため、ステージベース55のガイドの面精度や基盤12の変形による計測誤差の影響を受けにくく、レチクル2とウエハチャック4に設置されたウエハ（不図示）を高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0165】本実施形態の半導体露光装置は、定盤と鏡筒支持体が一体的に結合され、定盤と鏡筒支持体は共にエアマウントで床からの振動を絶縁しているが、図10に示す半導体露光装置のように、定盤と鏡筒支持体を別のエアマウントによって支持してもよい。

【0166】本実施形態によれば、簡単な構成により、XY平面に対して45度に傾斜した反射面131bにXY平面と平行なレーザ光を入射させることでステージのZ方向の位置計測を行うことができる。さらに、本実施形態によれば、干渉計を支持する支持体を基準にトップステージ5の6軸方向の位置および姿勢を直接的に計測を行うことができる。この結果、従来の直列関係に配置した複数のセンサを必要としないで済む。さらに、Xステージとトップステージの間の変位を検出する相対センサを設けずに、トップステージのZ方向の位置計測を直接的に行うことができるので、Z方向の位置計測誤差を軽減させることができる。

【0167】また、ステージの位置計測に用いるためにミラーに入射したレーザ光は、すべてXY平面に平行な

レーザ光であるため、レーザ干渉計による位置計測システムを簡易なものにすることができる。

【0168】また、このような計測システムを備えた位置決め装置を半導体露光装置に設けることで、ウエハの位置や姿勢の高精度な計測を行うことができ、高精度な露光が実現できるほか、ステージ計測システムの簡易化から、露光装置の小型化・軽量化・低コスト化を図ることができる。

【0169】また、本計測システムは、上述のウエハステージに限るものではなく、レチクルステージに適用しても良い。さらに、移動体を正確に位置決めさせる位置決め装置に、本発明の傾斜した反射面を用いた計測システムを適用しても、同様な効果が得られる。

【0170】＜実施形態7＞次に、図19は本発明における第2実施形態に係わるウエハステージの上面図を示している。

【0171】同図において、前述の実施形態と同じ部材には同一番号をつけており、説明を省略する。本実施形態では、前述の実施形態と比べ、Y方向に関してYミラーと対向する方向に、サブミラー129が設けられている。

【0172】図20は本実施形態の要部になるレーザ干渉計による計測システムの示す斜視図である。

【0173】同図において、130は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、La、Lb、Lc、Ld、Le、LaxおよびLbxはレーザ光である。131はトップステージ5に取り付けられたYミラーであり、反射面131aおよび傾斜した反射面131bを有する鏡が一体となっている。反射面131aはY軸方向に対し垂直になるように配置され、反射面131bはXY平面に対し θx 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。129はトップステージ5に取り付けられたサブミラーであり、反射面129bを有する鏡である。反射面129bはXY平面に対して θx 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。132はトップステージ5に取り付けられたXミラーであり、反射面132aを有している。反射面132aはX軸方向に対して垂直になるように配置されている。

【0174】133a、133b、133cはY方向を計測する干渉計であり、反射面131aの各々所定の位置にY軸方向に平行なレーザ光La、Lb、Lcを入射し、その反射光からトップステージ5のビーム入射方向（Y軸方向）の位置変動情報を検出する。134a、134bはX方向を計測する干渉計であり、反射面132aの各々所定の位置にX方向に平行なレーザ光を入射し、その反射光からトップステージ5のビーム入射方向（X軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0175】133dは干渉計133aとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、Y軸方向から反射

面131bの所定の位置にレーザ光Ldを入射する。141は干渉計133dに対向するように配置された干渉計であり、Y軸方向から反射面131bの所定の位置にレーザ光Leを入射する。

【0176】反射面131bと反射面129bに入射するレーザ光は、それぞれY軸方向とほぼ平行で、互いに逆向きである。

【0177】各々の干渉計133a、133b、133c、133d、134a、134b、141は計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。135は干渉計133dから反射面131bで偏向されたレーザ光をビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆方向に折り返す（反射する）ための第1固定ミラー（反射ミラー面はプラスZ方向を向いている）である。第1固定ミラー135は、トップステージ5のY軸方向の移動量の約1/2の長さを備え、定盤55に支持固定されている。136は干渉計141から反射面129bで偏向されたレーザ光Leをビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆方向に折り返す（反射する）ための第2固定ミラー（反射ミラー面はプラスZ方向を向いている）である。第2固定ミラーは、トップステージ5のY軸方向の移動量の約1/2の長さ（Y軸方向の寸法）を備え、計測基準となる不図示の支持体に支持固定されている。

【0178】ミラー131、132および129の位置、すなわちトップステージ5の最初の位置は制御ボックス130に記憶されている。トップステージ5の現在の位置は、この記憶された最初の位置に、レーザ干渉計によるミラー131、132の変位量の積分値を加算することで得られる。ステージのX、Y方向の位置計測は、それぞれレーザ干渉計133a、134aにより行う。また、ステージの θz 方向の回転量の計測は、レーザ干渉計133aと133cの検出値差を検出し、制御ボックス130内で演算処理して行う。また、ステージの θx 方向の回転量計測は、レーザ干渉計133aと133bの検出値差を検出し、制御ボックス130内で演算処理して行う。また、ステージの θy 方向の回転量計測は、レーザ干渉計134aと134bの検出値差を検出し、制御ボックス内で演算処理して行う。

【0179】ステージのZ方向の位置計測は、レーザ干渉計133aと133dの検出値あるいはレーザ干渉計141と133aの検出値を検出し、制御ボックス内で演算処理して行う。これについては後述する。

【0180】図21および図22に本実施形態のステージ装置を用いた半導体露光装置の正面図を示す。

【0181】同図において、前述の露光装置の実施形態と同じ部材に対しては同一番号をつけており、説明を省略する。

【0182】同図において、121は干渉計133a、133b、133cを鏡筒支持体11に支持固定するための取り付け部材、122は干渉計141を鏡筒支持体

に支持固定するための取り付け部材であり、不図示のほかの干渉計についても同様に鏡筒支持体に支持されている。また、第1固定ミラー135および第2固定ミラー136は定盤55に支持固定されている。

【0183】同図において、トップステージ5が投影光学系3の光軸中心よりY軸方向プラス側に位置するとき、レーザ干渉計141からのレーザ光Leは不図示のシャッターで遮光されている。この時、Z方向の位置計測はレーザ干渉計133aと133dの検出値を検出することにより演算して求められる。

【0184】また、トップステージ5が投影光学系3の光軸中心付近に位置するとき、レーザ干渉計133dと141はどちらも同時に位置計測が可能となっている。この時、トップステージ5の位置情報を基に、干渉計133dあるいは141のどちらか一方の計測値の初期化が行われた後、他方の干渉計からのレーザ光が遮光され、選択的に切り替えが実施される。

【0185】本実施形態の特徴としては、前述の実施形態と同様な効果が得られるほか、トップステージの位置に応じてレーザ干渉計を切り替えて使用することにより、トップステージに搭載するミラーの大きさを小さくすることができる。このため、トップステージの形状を小さくできるため、トップステージの熱的変形等の不確定な位置決め誤差要因を小さくすることが可能となる。さらに、トップステージの軽量化が可能になるため、ステージの固有振動数を高くすることができ、位置決め制御性能を高めることができる。したがって、レチクルとウエハチャックに設置されたウエハ（不図示）を高速かつ高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0186】また、本実施形態の半導体露光装置は、ステージベースと鏡筒支持体が一体的に結合され、ステージベースと鏡筒支持体は共にエアマウントで床からの振動を絶縁しているが、図10に示す半導体露光装置のように、ステージベースと鏡筒支持体を別のエアマウントによって支持しても良い。

【0187】＜実施形態8＞図23に本発明の第3実施形態における半導体露光装置の正面図を示す。

【0188】同図において、前述の実施形態と同じ部材に対しては同一の番号を付けている。

【0189】同図において、129はトップステージ5に取り付けられたサブミラーであり、このサブミラーが反射面129aおよび傾斜した反射面129bの2つの反射面を有していることが前述の実施形態と異なる。

【0190】反射面129aはY軸方向に対し垂直になるように配置され、反射面129bはXY平面に対して θ x方向に45度の傾斜をなすように配置される。142はY方向を計測する干渉計であり、反射面129aの所定の位置にレーザ光Lfを入射し、その反射光からトップステージ5のビーム入射方向（Y軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0191】同図において、トップステージ5が投影光学系の光軸中心に対してY軸方向のプラス側に位置するとき、レーザ干渉計141からのレーザ光Leは不図示のシャッターで遮光されている。この時、トップステージ5のZ方向の位置計測は、レーザ干渉計133aと133dの検出値差を検出することにより演算して求められる。トップステージ5が投影光学系3の光軸中心に対してY軸方向のマイナス側に位置するとき、レーザ干渉計133dからのレーザ光Ldは不図示のシャッターで遮光されている。この時、トップステージ5のZ方向の位置計測は、レーザ干渉計142と141の検出値差を検出することにより演算して求められる。トップステージ5が投影光学系の光軸中心付近に位置するとき、レーザ干渉計133dと141はどちらも位置計測が可能となっている。レーザ干渉計133dと141が同時にトップステージ5の位置を計測しているとき、トップステージ5の位置情報を基に、干渉計133dあるいは干渉計141のどちらか一方の初期化が行われ、その後、他方の干渉計からのレーザ光が遮光され、選択的に切り替えが実施される。

【0192】本実施形態においても前述の実施形態と同様の効果が得られる。

【0193】＜実施形態9＞図24は本発明の第9実施形態における半導体露光装置の正面図である。

【0194】同図において、前述の実施形態と同じ部材には同一番号をつけており、説明は省略する。

【0195】同図において、131はレーザ干渉計133dから入射されるレーザ光を鋭角で反射するミラーであり、トップステージ5に取り付けられている。135はミラー131から反射されたレーザ光を逆方向に折り返すように反射するために所定の角度で鏡筒支持体に取り付けられた固定ミラーである。

【0196】図25は、Z方向の位置計測の詳細を示す模式図である。

【0197】レーザ干渉計133dから入射されたレーザ光Ldは、反射面131bでマイナスZ方向の成分を持つように所定の角度で偏向され、固定ミラー135の反射面135aに入射し、逆方向に反射される。レーザ光Ldが反射面131bの最初の入射点Z1から現在の入射点Z2になるように移動したときのレーザ干渉計133dの検出値の変化分が Δd 、レーザ干渉計133aの検出値の変化分が Δy とする。

【0198】このとき、同図に示すように、レーザ光LdのX軸方向の変化分 $\Delta d1$ と、反射方向の変化分 $\Delta d2$ は、それぞれ次式のように求めることができる。

$$\Delta d1 = \Delta y + \Delta z \tan \theta$$

$$\Delta d2 = (\Delta y + \Delta z \tan \theta) \cos 2\theta$$

【0200】よって、Z方向の検出値の変化分 Δz はレーザ干渉計133dの検出値の変化分 Δd を用いて次の式のように求めることができる。

【0201】 $\Delta z = (\Delta d - \Delta y (1 - \cos 2\theta)) / (\tan \theta (1 + \cos 2\theta))$

【0202】上記構成の露光装置においても、前述の実施形態と同様の効果が得られると共に、反射光が入射光と鋭角をなすようにミラーを傾斜させることで、定盤との機械的な干渉を避けるように、基台に固定ミラー135を取り付けることができるため、トップステージ5のX方向の形状を小さくすることが可能になる。また、固定ミラーを定盤上に設けずに済むため、定盤の構造が簡単になる。

【0203】本実施形態の特徴としては、トップステージの形状を小さくできるため、トップステージの熱的変形等の不確定な位置決め誤差要因を小さくすることが可能となる。また、トップステージの軽量化により、ステージの固有振動数を高くすることができ、位置決め制御性能を高めることが可能となる。したがって、レチクル2とウエハチャック4に設置されたウエハ（不図示）を高速かつ高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0204】上記例では基準面に対して傾斜した反射面を持つミラーを用いているが、光学部材にはこれに限るものではなく、例えば入射光を偏向するために反射型あるいは透過型の回折格子を用いることもできる。この回折格子は基準面に平行な方向に多数のスリットが刻まれたものであり、格子面は基準面に対して垂直であっても傾いていてもよい。基準面にほぼ平行な方向から格子面に計測光を入射させると、Z方向に高次回折光が発生する。この高次回折光（例えば一次光）を用いてステージのZ方向の位置を計測する。入射計測ビームに対して格子面が垂直な回折格子を用いた場合、ステージのZ方向の変位だけでは計測光の光路の長さの変化はないが、格子がZ方向に変位すれば1次回折光の位相が変化するので、この位相変化分を干渉計によって計測し、ステージのZ軸方向の変位を計測すれば良い。

【0205】また、本実施形態では、ミラーにより計測ビームを鋭角に反射しているが、これに限るものではなく、鈍角に反射してもよい。

【0206】つまり、本実施例の本質的な特徴は、光学部材によってZ軸方向の成分を持つように計測ビームを偏向することにより、光学部材で偏向された光がZ軸方向の成分を持てばステージのZ方向の位置を検出することができる。

【0207】＜実施形態10＞図26は本実施形態の要部になるレーザ干渉計による計測システムを示す斜視図である。

【0208】同図において、前述の実施形態と同じ部材には同一番号をつけており、説明を省略する。

【0209】同図において、130は演算回路および駆動回路等を含む制御ボックス、La、Lc、Ld、Le、Lax、Ldxは位置計測のためのレーザ光である。31はトップステージに取り付けられたYミラーで

あり、反射面131aおよび131bを有する鏡が一体となっている。反射面131aはY軸方向に対し垂直になるように配置された光学部材であり、反射面131bはXY平面に対し θ_x 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。132はトップステージ5に取り付けられたXミラーであり、反射面132aおよび132bを有する鏡が一体となっている。反射面132aはX軸方向に対し垂直になるように配置された光学部材であり、反射面132bはXY平面に対し θ_y 方向に45度の傾斜をなすように配置された光学部材である。

【0210】133a、133cはY方向を計測する干渉計であり、反射面131aの各々所定の位置にレーザ光を入射し、その反射光によりトップステージ5のビーム入射方向（Y軸方向）の位置変動情報を検出する。134aはY方向を計測する干渉計であり、反射面132aの各々所定の位置にレーザ光を入射し、その反射光によりトップステージ5のビーム入射方向（X軸方向）の位置変動情報を検出する。

【0211】133dは干渉計133aとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、干渉計133aのレーザ光Laと上下方向に位置し、かつ、平行なレーザ光LdをY軸方向から反射面131bの所定の位置に入射する。133eは干渉計133cとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、干渉計133cのレーザ光Lcと上下方向に位置し、かつ、平行なレーザ光LeをY軸方向から反射面131bの所定の位置に入射する。134dは干渉計134aとZ方向に整列するように配置された干渉計であり、干渉計134aのレーザ光Laxと上下方向に位置し平行なレーザ光Lbxを、X軸方向から反射面132bの所定の位置に入射する。

【0212】135、138は、それぞれ干渉計133d、干渉計133eから反射面131bによって反射されたレーザ光をビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆のビーム路をたどるように反射するための第1固定ミラー、第2固定ミラー（反射ミラー面はプラスZ方向）であり、トップステージ5のY軸方向の移動量に応じた長さを備え、定盤に支持固定されている。

【0213】137は干渉計134dから反射面132bによって反射されたレーザ光をビーム入射方向（Z軸方向）に沿って逆のビーム路をたどるように反射するための第3固定ミラー（反射ミラー面はプラスZ方向）であり、トップステージ5のX軸方向の移動量に応じた長さを備え、定盤に支持固定されている。

【0214】ミラー131、132の位置、すなわちトップステージ5の最初の位置は制御ボックス130に記憶されている。トップステージ5の現在の位置は、この最初の記憶された位置に、レーザ干渉計によるミラー131、132の変位量の積分値を加算することで得られる。ステージのY、X方向の位置計測は、それぞれレー

ザ干渉計133a、134aで行う。また、ステージの θz 方向の回転量計測は、レーザ干渉計133aと133cの検出値差を検出し、制御ボックス130内で演算処理して行う。また、ステージのZ方向の位置計測および θy 、 θx 方向の回転量検出は、レーザ干渉計133d、133e、134dの検出値により、制御ボックス130内で演算処理して行う。

【0215】本実施形態では、傾斜した反射面にレーザ光を3本入射させることが重要である。これは、3つの部所のZ方向の位置情報を得ることで、ステージのZ方向の位置計測および θx 、 θy 方向の回転量検出を行うことができるからである。そのため上述の実施形態では、2つの傾斜した反射面に計3本のレーザ光を入射させているが、これに限るものではなく、例えば、傾斜した反射面を3つ用意し、それぞれの反射面にレーザ光を照射しても良い。

【0216】本実施形態によれば、XY平面に対して45度に傾斜した反射面にXY平面と平行なレーザ光を3本入射させることで、ステージのZ方向の位置計測および θx 、 θy 方向の回転量検出を行うため、干渉計を支持する支持体を基準に直接的に計測を行うことができる。この結果、従来の直列に配置した複数のセンサを必要としないで済む。さらに、Xステージとトップステージの間の変位を検出する相対センサを設けずに、ステージのZ方向の位置計測および θx 、 θy 方向の回転量検出を直接的に行うことができるので、計測誤差を軽減させることができる。

【0217】さらに、ステージの θx 、 θy 方向の回転量検出を、XY平面に対して45度に傾斜した反射面131b、132bにXY平面と平行なレーザ光を3本入射させることにより行っているため、Y方向に垂直な反射面131aおよびX方向に垂直な反射面132aのZ方向の幅を縮小させることができる。そのため、ミラーの軽量化が可能になるため、ステージの固有振動数を高くすることができ、位置決め制御性能を高めることができる。したがって、ウエハチャックに設置されたウエハ（不図示）を高速かつ高精度に位置合わせすることが可能となる。

【0218】また、本実施形態のステージ装置を露光装置のレチクルステージに用いても、上述の効果が得られると共に、前述の実施形態の露光装置と同様の効果を得ることができる。

【0219】＜実施形態11＞次に上記説明した露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。図27は半導体デバイス（ICやLSI等の半導体チップ、あるいは液晶パネルやCCD等）の製造フローを示す。ステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を

用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前工程と呼ばれ、上記用意したマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。ステップ5（組み立て）は後工程と呼ばれ、ステップ14によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップS7）される。

【0220】図28は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では上記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返すことによって、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施例の製造方法を用いれば、従来は製造が難しかった高集積度の半導体デバイスを製造することができる。

【0221】

【発明の効果】本発明の請求項1記載の位置決め装置によれば、簡単な構成により、基準面と交差する方向における移動体の位置情報を検出することができ、また、請求項2記載の位置決め装置によれば、簡単な構成により、基準面とほぼ平行な位置計測手段の計測ビームによって、移動体の基準面と交差する方向の位置情報を検出することが可能である。

【0222】また、請求項3記載の位置決め装置によれば、固定ミラーによって同一方向に反射させることで、入射ビームと反射ビームの方向を一致させることができ、計測を容易にすることができる。

【0223】請求項7または8記載の位置決め装置により、計測ビームを基準面とほぼ直交する方向に反射することができる。

【0224】また、請求項9記載の位置決め装置により、入射する前記計測ビームと、該傾斜した反射面に入射した計測ビームの反射ビームとが、鋭角をなすことができ、傾斜した反射面と固定ミラーとの間にある障害物の機械的な干渉を避けることができる。

【0225】また、請求項10記載の位置決め装置で

は、前記基準面とほぼ平行な計測ビームを用いて、簡単な構成によって、前記移動体の6軸方向の情報を検出することができる。

【0226】また、請求項11記載の位置決め装置により、第1方向と第2方向の移動体の位置情報を検出することができる。特に、請求項12および請求項13記載の位置決め装置により、簡単な構成で、基準面に平行な計測ビームを用いて移動体の第1方向および第2方向および基準面と交差する方向の位置情報を検出することができる。

【0227】また、請求項16記載の位置決め装置により、移動体の6軸方向の情報を検出ことができ、また、請求項17記載の位置決め装置により、簡単な構成により、移動体の前記基準面内方向の位置情報と回転情報と、該基準面と傾斜する方向の回転情報と、前記基準面と交差する方向の位置情報とを検出することができる。

【0228】また、請求項21記載の位置決め装置により、傾斜した反射面の反射ビームを選択的に計測することができ、さらに、請求項22記載の位置決め装置により、移動体の位置情報に基づいて、傾斜した反射面の反射ビームを選択的に計測することができる。また、請求項23記載の位置決め装置により、簡単な構成により、前記移動体の位置情報に基づき、前記複数の傾斜した反射面に入射する計測ビームのいずれかを遮ることができる。

【0229】また、請求項24記載の位置決め装置により、移動体の複数の部所における基準面と交差する方向の位置情報を検出することができる。特に、請求項26記載の位置決め装置により、移動体の前記基準面と傾斜する方向の位置情報と、該基準面と傾斜する方向の回転情報を検出することができる。

【0230】また、請求項26記載の位置決め装置により、移動体の6軸方向の位置情報を検出ことができ、請求項28記載の位置決め装置により、移動体の前記基準面内方向の位置情報と回転情報と、該基準面と傾斜する方向の回転情報と、前記基準面と交差する方向の位置情報とを検出することができる。

【0231】また、本発明の請求項31記載の位置決め装置によれば、所定方向に移動可能な移動体の該所定方向と交差する方向における該移動体の位置情報を検出することができる。

【0232】また、本発明の請求項38記載の露光装置により、高精度な露光を行うことができる露光装置を提供できる。特に、請求項40記載の露光装置により、投影光学系を基準として高精度なウエハの位置決めを行うことができ、高精度な露光を行うことができる。

【0233】また、本発明の請求項45記載のデバイス製造方法により、高精度で、安定したデバイスを製造することが可能となる。

【0234】さらに、本発明の請求項47記載の位置計測方法によれば、基準面とほぼ平行な方向の計測ビームによって、移動体の基準面と垂直な方向における移動体の位置情報を検出することができる。

【0235】また、請求項48記載の位置計測方法によれば、固定反射部によって同一方向に反射させることで、入射ビームと反射ビームの方向を一致させることができ、計測を容易にすることができる。

【0236】また、請求項49記載の位置計測方法によれば、傾斜した反射面を持つミラー部材を用いて、請求項50記載の位置計測方法によれば、回折格子を用いて、反射ビームが基準面と垂直な成分を持つように偏向することができる。

【0237】また、請求項52記載の位置計測方法によれば、光学部材からのビームが障害物に干渉しないようにすることができ、請求項53記載の位置計測方法によれば、移動体の基準面と傾斜する方向の回転情報と垂直な方向の位置情報とを検出することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施形態のウエハステージの斜視図

【図2】第1実施形態の計測システムの斜視図

【図3】第1実施形態のZ方向の位置計測の模式図

【図4】第1実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図5】第1実施形態の計測システムを用いた別の露光装置の正面図

【図6】第2実施形態のウエハステージの斜視図

【図7】第2実施形態の計測システムの斜視図

【図8】第2実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図9】第2実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図10】第2実施形態の計測システムを用いた別の露光装置の正面図

【図11】第3実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図12】第4実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図13】第4実施形態のZ方向の位置計測の模式図

【図14】第5実施形態の計測システムの斜視図

【図15】第6実施形態のウエハステージの上面図

【図16】第6実施形態の計測システムの斜視図

【図17】第6実施形態のZ方向の位置計測の模式図

【図18】第6実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図19】第7実施形態のウエハステージの上面図

【図20】第7実施形態の計測システムの斜視図

【図21】第7実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図22】第7実施形態の計測システムを用いた露光装置

置の正面図

【図23】第8実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図24】第9実施形態の計測システムを用いた露光装置の正面図

【図25】第9実施形態のZ方向の位置計測模式図

【図26】第10実施形態の計測システムの斜視図

【図27】半導体デバイスの製造工程を説明するフロー図

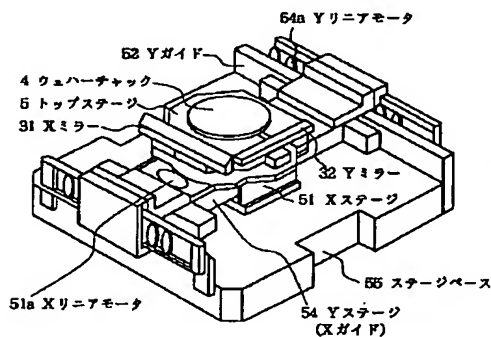
【図28】ウエハプロセスを説明するフロー図

【図29】従来の計測システムの斜視図

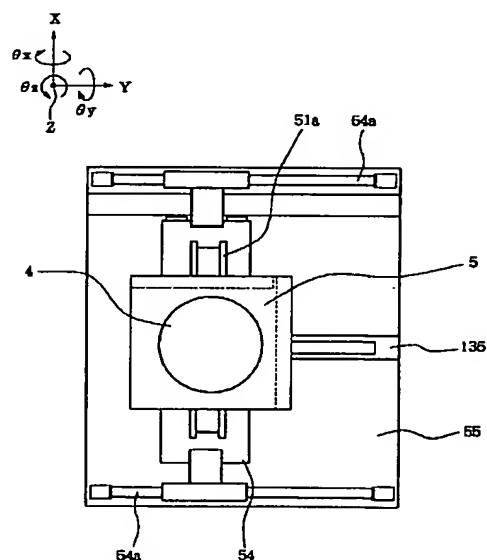
【符号の説明】

- | | |
|-----------------|-----------------------|
| 1 照明部 | 33、34 干渉計 |
| 2 レチクル | 35、36、37、38 固定ミラー |
| 3 投影光学系 | 41 干渉計 |
| 4 ウエハチャック | 51 Xステージ |
| 5 トップステージ | 51a Xリニアモータ |
| 11 鏡筒支持体 | 52 Yガイド |
| 12 基盤 | 54 Yステージ (Xガイド) |
| 13 エアマウント | 54a Yリニアモータ |
| 21 取り付け部材 | 55 ステージベース |
| 22 取り付け部材 | 61、62、63 ミラー |
| 29 サブミラー | 64、65、66 干渉計 |
| 30 制御ボックス | 67、68、69 固定ミラー |
| 31 Xミラー | 81 エアマウント |
| 31a 基準面と垂直な反射面 | 121 取り付け部材 |
| 31a 基準面と傾斜した反射面 | 122 取り付け部材 |
| 32 Yミラー | 129 サブミラー |
| 32a 基準面と垂直な反射面 | 130 制御ボックス |
| 32a 基準面と傾斜した反射面 | 131 Xミラー |
| | 131a 基準面と垂直な反射面 |
| | 131a 基準面と傾斜した反射面 |
| | 132 Yミラー |
| | 132a 基準面と垂直な反射面 |
| | 132a 基準面と傾斜した反射面 |
| | 133、134 干渉計 |
| | 135、136、137、138 固定ミラー |
| | 141 干渉計 |
| | 161、162、163 ミラー |
| | 164、165、166 干渉計 |
| | 167、168、169 固定ミラー |
| | L レーザ光 |

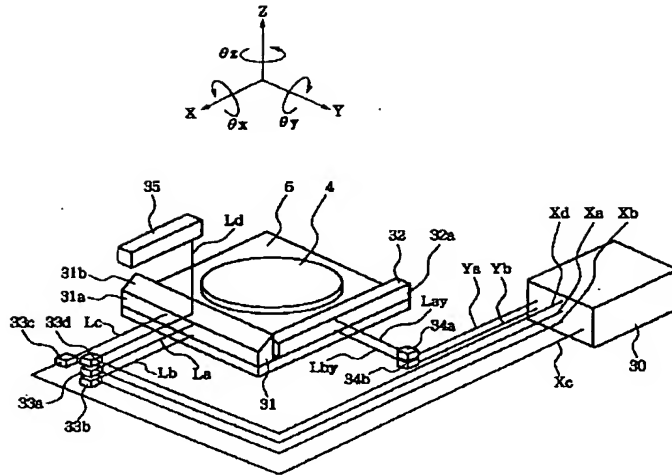
【図1】



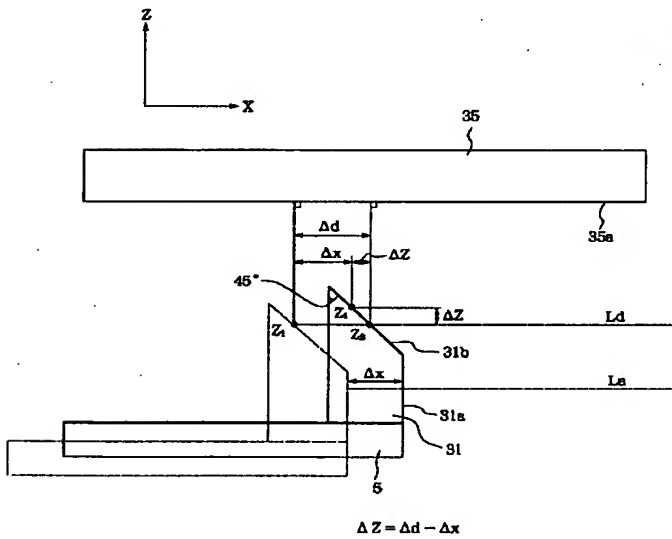
【図15】



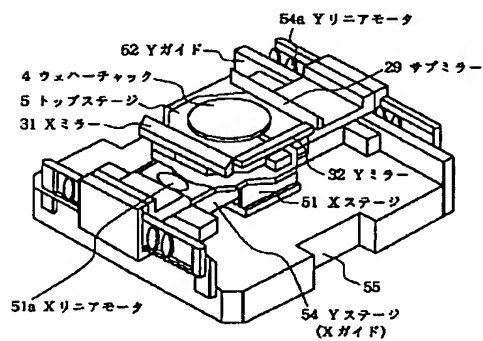
【図2】



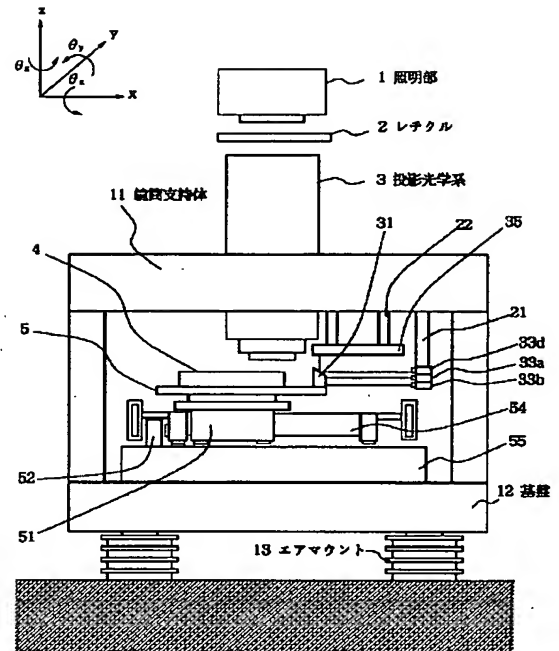
【図3】



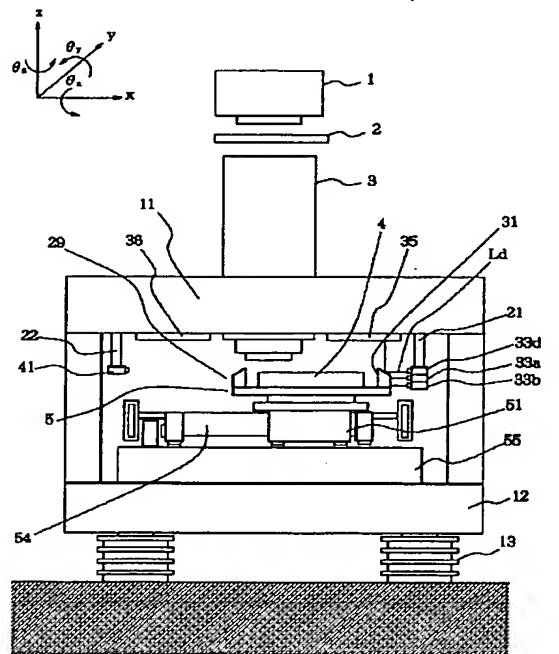
【図6】



【図4】

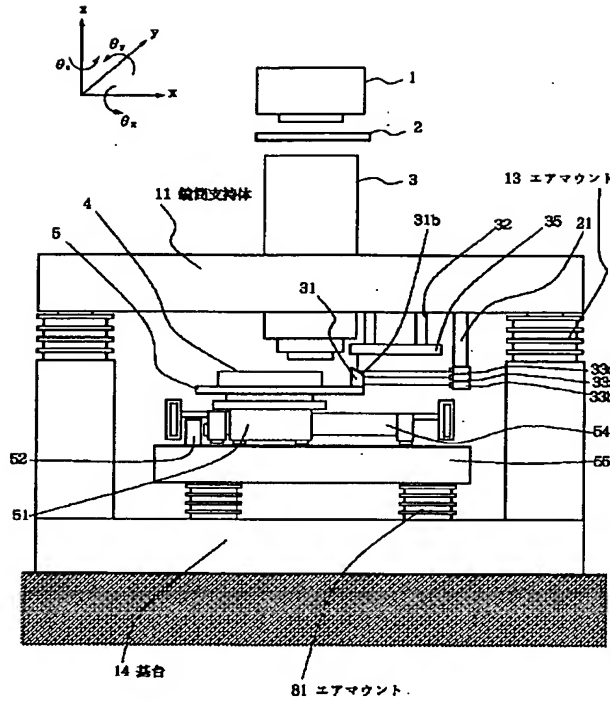


【図8】

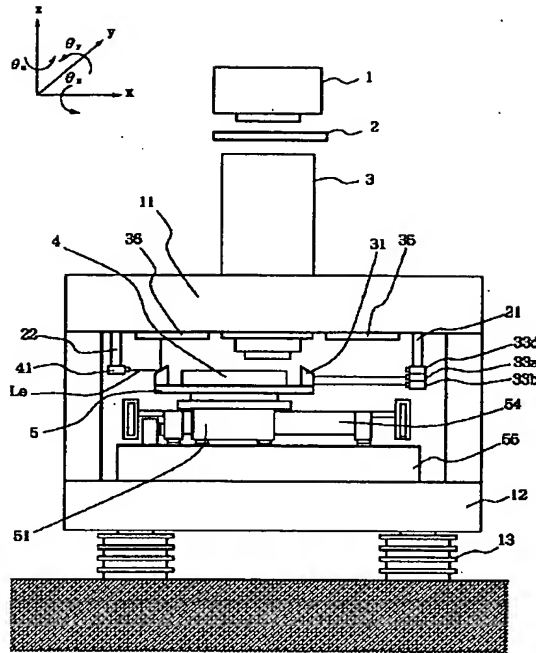


BEST AVAILABLE COPY

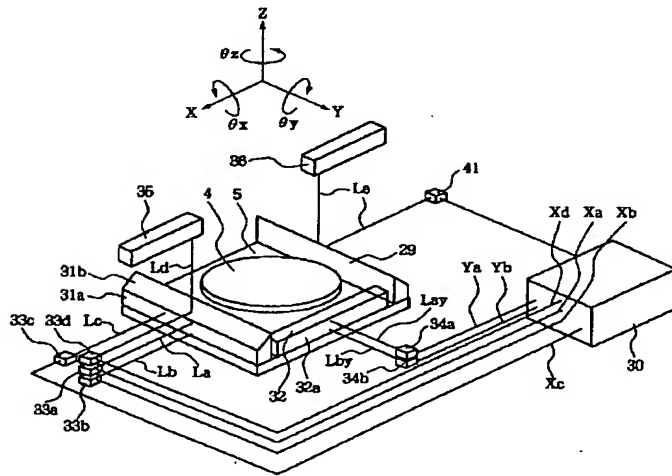
【図5】



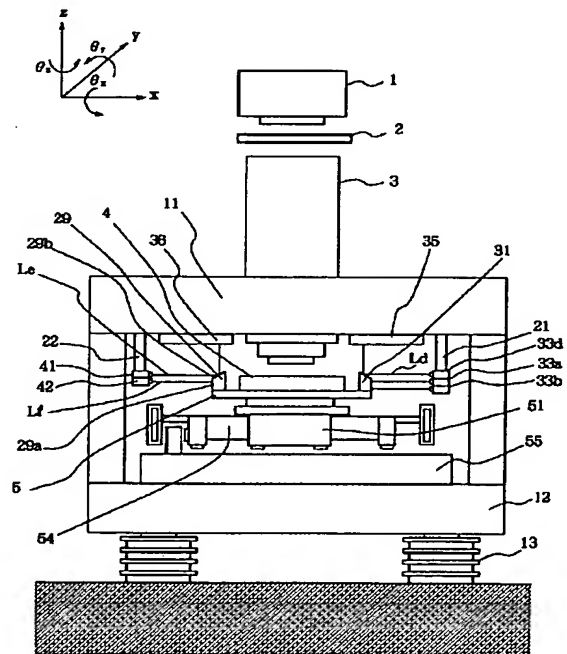
【図9】



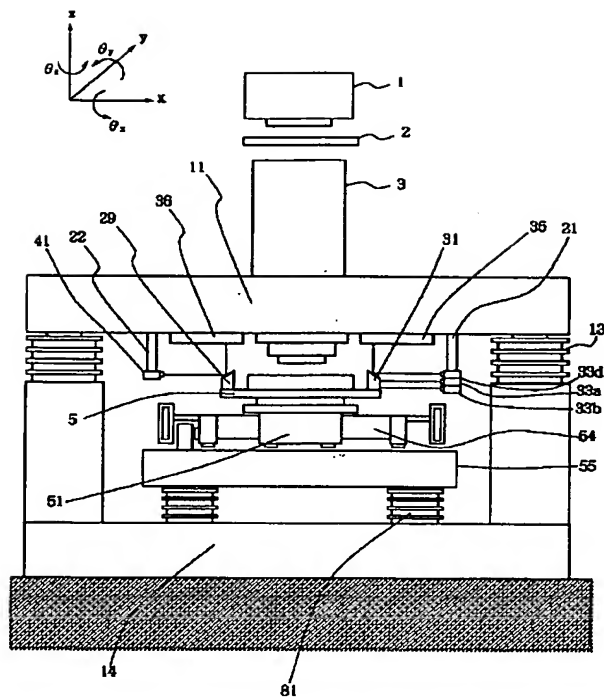
【図7】



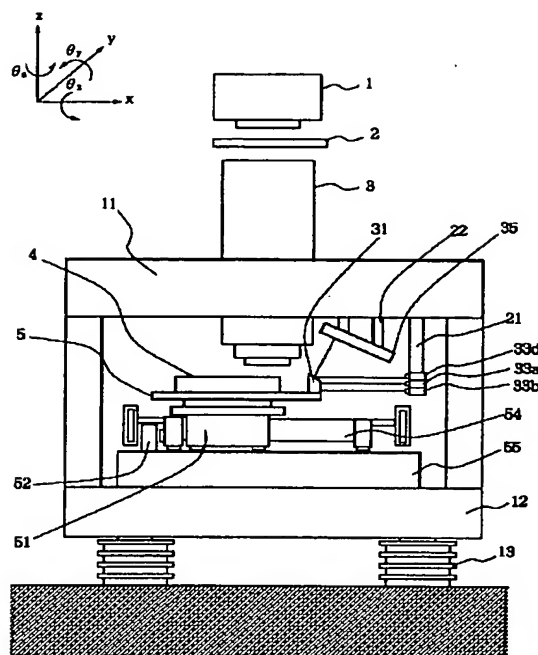
【図11】



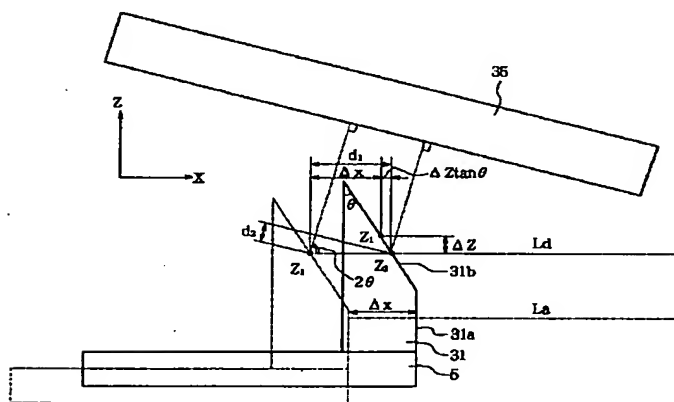
【図10】



【図12】

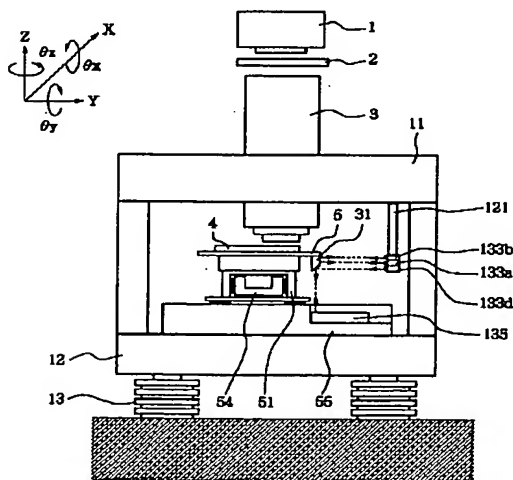


【図13】



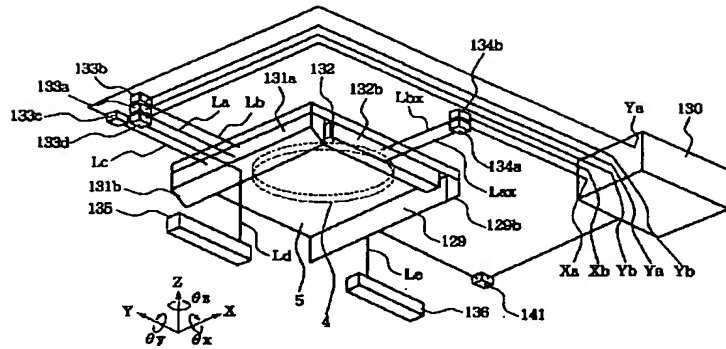
$$\begin{cases} \Delta d_1 = \Delta x + \Delta Z \tan \theta \\ \Delta d_2 = (\Delta x + \Delta Z \tan \theta) \cos 2\theta \\ \Delta d = \Delta d_1 + \Delta d_2 \\ \Delta Z = \frac{\Delta d - \Delta x(1 + \cos 2\theta)}{\tan \theta (1 + \cos 2\theta)} \end{cases}$$

【図18】

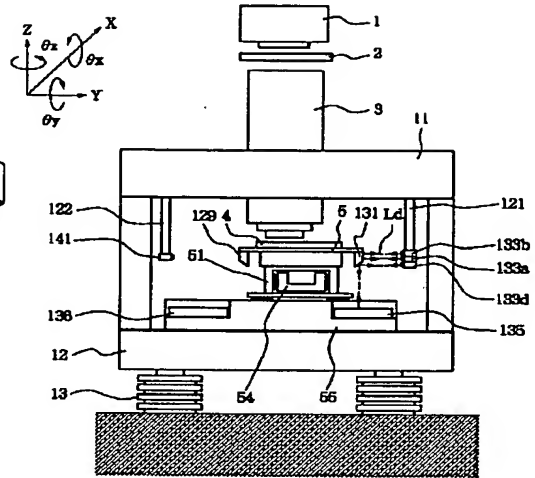


BEST AVAILABLE COPY

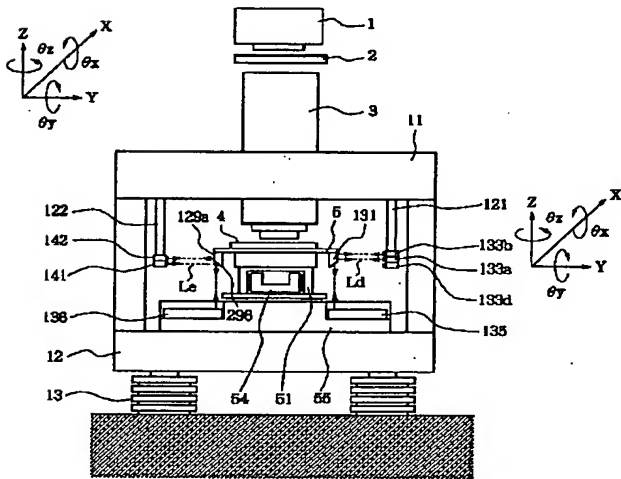
【図20】



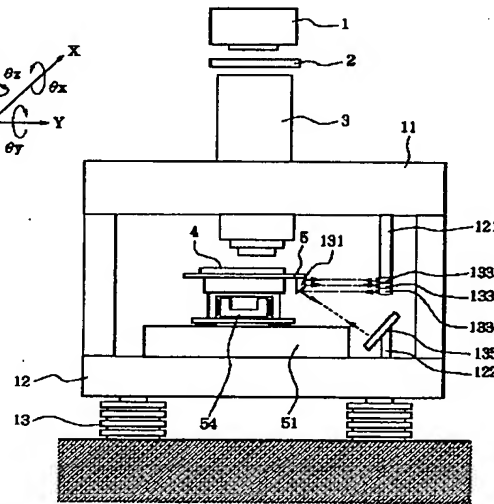
【図21】



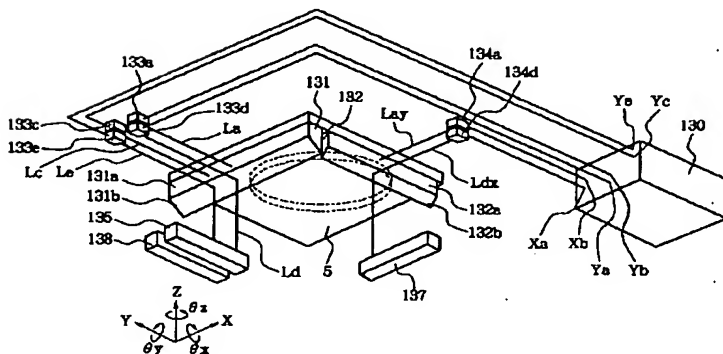
【図23】



【図24】

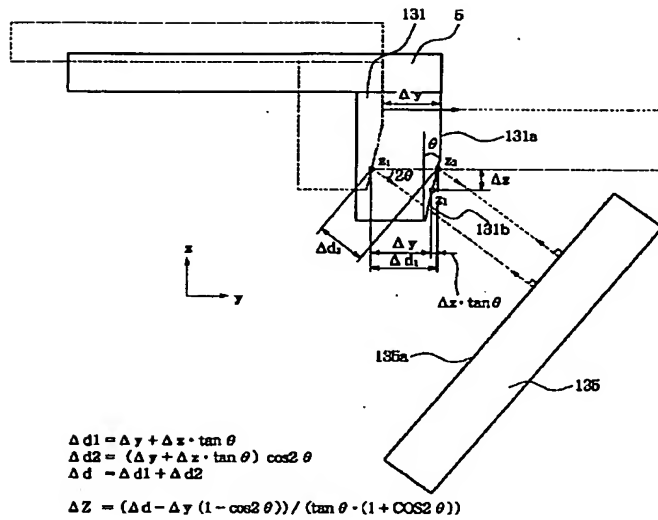


【図26】

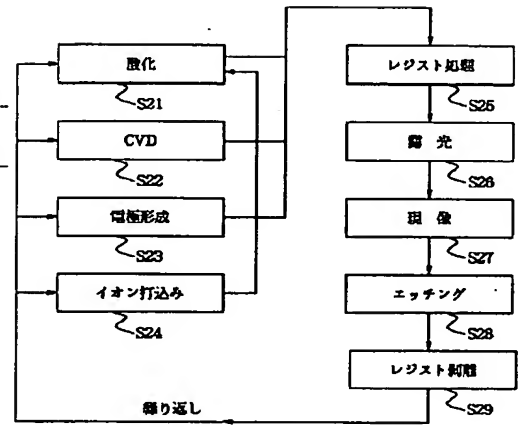


BEST AVAILABLE COPY

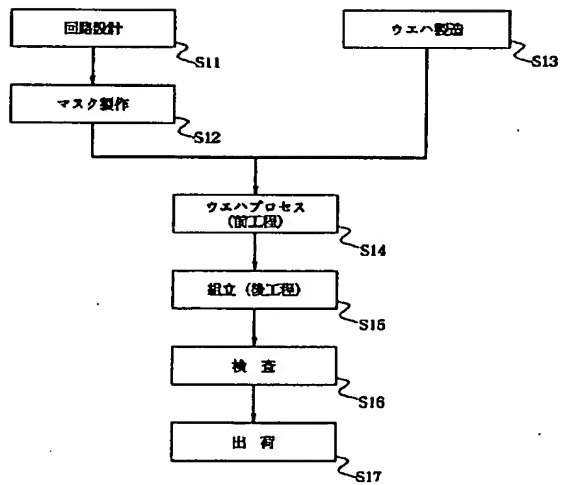
【図25】



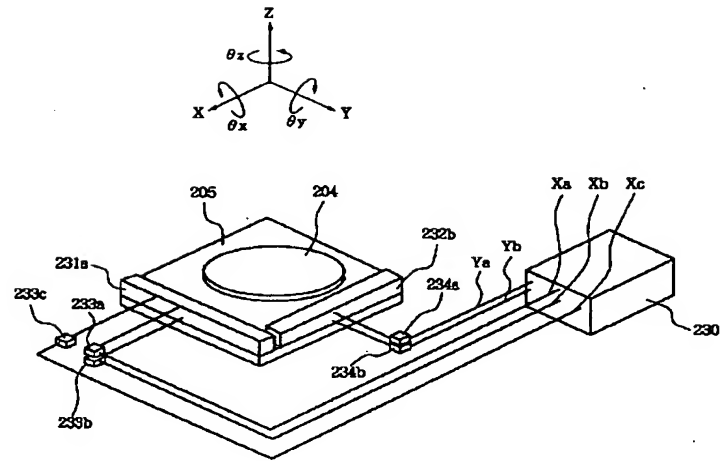
【図28】



【図27】



【図29】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁷

H 0 1 L 21/68

// B 2 3 Q 1/30

識別記号

F I

B 2 3 Q 1/30

H 0 1 L 21/30

テームード (参考)

5 0 3 A

5 1 5 G